



Morfologia e Sistemática Vegetal

Morfologia e Sistemática Vegetal

Sônia Aparecida Santiago

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Francisco Ferreira Martins Neto

Isabella Alice Gotti

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S235m Santiago, Sônia Aparecida
Morfologia sistemática vegetal / Sônia Aparecida
Santiago. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional
S.A., 2018.
216 p.

ISBN 978-85-522-1155-6

1. Botânica. 2. Taxonomia. 3. Organografia. 4.
Identificação de plantas. I. Santiago, Sônia Aparecida.
II. Título.

CDD 580

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Caracterização morfológica dos grupos vegetais	7
Seção 1.1 - Morfologia e Sistemática Vegetal	9
Seção 1.2 - Estruturas morfológicas vegetais	26
Seção 1.3 - Grupo de plantas e sua morfologia	46
Unidade 2 Grupo das plantas e sistemática vegetal	67
Seção 2.1 - Características reprodutivas e gerais das plantas	69
Seção 2.2 - Características gerais da sistemática botânica	86
Seção 2.3 - Os sistemas de classificação dos vegetais	102
Unidade 3 Evolução, adaptação e táxons de interesse econômico	119
Seção 3.1 - Evolução e adaptação dos vegetais	121
Seção 3.2 - Diversidade de angiospermas e gimnospermas	136
Seção 3.3 - Plantas de interesse econômico	152
Unidade 4 Exsicata e técnicas de herbário	167
Seção 4.1 - Protocolo para coleta de espécies vegetais	169
Seção 4.2 - Técnicas para coleta de espécies vegetais	184
Seção 4.3 - Montagem de exsicata e identificação	200

Palavras do autor

Caro aluno, seja bem-vindo à disciplina de Morfologia e Sistemática Vegetal!

Neste livro didático você encontrará textos atualizados, com leitura dialogada enriquecida com ilustrações, que te ajudarão a se aproximar dos conceitos da morfologia e sistemática vegetal.

A morfologia é a parte da botânica que busca desvendar as estruturas e formas externas das plantas, em seus aspectos mais gerais expandindo para sua aplicabilidade nos habitats, refletindo de forma direta no cotidiano do ser humano.

Já a sistemática vegetal compreende a descoberta, descrição e interpretação da diversidade biológica, sendo, portanto, o campo responsável por organizar, agrupar, identificar e nomear as espécies, abrangendo a taxonomia e nomenclatura. Essas ações dentro da sistemática são denominadas classificação, que contribui para as identificações.

A associação da morfologia com a sistemática e filogenia se tornou um recurso didático excelente, pois ao apresentar a terminologia botânica associada a imagens das formas das plantas, cria-se um facilitador em um assunto de complexidade, possibilitando melhor aproveitamento dos conceitos estudados.

A tecnologia nos possibilitou progressos significativos na área botânica, que abrangem descobertas moleculares em relação a fotossíntese, até comprovações taxonômicas, que tem como base as comparações das sequências de DNA e RNA. E o progresso não para por aí! O uso da engenharia genética está em alta para compreender de forma mais assertiva a formação dos vegetais, utilizando esses aspectos também na classificação das plantas.

Portanto, prezado aluno, é de extrema importância para sua profissão conhecer as plantas e descobrir como esses organismos são fascinantes. Pense em como as plantas são capazes de tornar possível a vida no planeta Terra, em seu papel de seres fotossintetizantes (geradores de oxigênio) mas sua contribuição vai mais além, fornecendo alimentos, sendo a base da cadeia alimentar. Assim, saber identificar as partes úteis para a alimentação humana, saber aplicar

os conhecimentos sobre plantio, colheita e armazenamento, bem como entender a utilização na produção de fármacos, entre outras finalidades compõe parte da formação profissional.

Nesta disciplina você conhecerá e saberá identificar as estruturas morfológicas externas das plantas, bem como as principais características reprodutivas dos grupos vegetais e utilizar corretamente os conhecimentos de sistemática vegetal, como os fatores responsáveis pela especiação dos vegetais e as informações dos principais grupos de gimnospermas e angiospermas, apreendendo a aplicar as técnicas de coleta e secagem de material botânico, finalizando com a montagem de exsicata.

Para prepará-lo de forma teórica e prática, explorando o ensinar a fazer, apresentaremos todos os conteúdos primordiais em quatro unidades contendo três seções cada. Logo, o intuito geral deste livro é levá-lo ao conhecimento da morfologia vegetal com destaque no seu uso para identificação de grupos taxonômicos.

Embarque nesta aventura, leia atentamente todos os textos, visite as pesquisas orientadas e treine com os casos apresentados, amplie seu aprendizado com as aulas práticas, que são relevantes para o desenvolvendo de habilidades essenciais para a sua formação e atuação profissional.

Bons estudos!

Caracterização morfológica dos grupos vegetais

Convite ao estudo

Olá, caro aluno! Vamos iniciar nossos estudos de morfologia e taxonomia vegetal. Na primeira unidade desta disciplina, você encontrará a origem das plantas e como a morfologia vegetal foi moldada de acordo com a evolução, e a partir das características vegetais, o surgimento de quatro grandes grupos de plantas, marcando a diversidade do Reino Plantae. Você já se questionou qual a forma dos primeiros organismos vegetais? E como somos dependentes das plantas? Será que o entendimento de morfologia e sistemática pode ajudar no dia a dia de um agrônomo? Descubra em cada seção desta disciplina como a morfologia vegetal lhe ajudará em sua profissão.

Nesta unidade os tópicos que abordaremos lhe proporcionarão conhecimentos para identificar as estruturas morfológicas externas das plantas, habilidade fundamental para sua profissão. Para absorver de forma plena esses conhecimentos no final desta unidade você deverá desenvolver um catálogo ilustrativo dos órgãos externos de uma espécie vegetal de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, de interesse agrônomo. Para ajudá-lo neste caminho, vamos analisar o contexto a seguir:

Pensando em como o planeta Terra é composto, podemos dizer que temos aproximadamente 71% de oceanos, lagos, rios entre outros corpos hídricos, ricos em diversidade orgânica, já os 29% restantes são de superfície terrestre, isto é, continentes e ilhas, onde possuímos áreas de vegetação, em seus diferentes biomas. Graças a essa riqueza vegetal a vida é possível da forma que a conhecemos.

Para imergir no mundo da morfologia e sistemática vegetal, você agora, formado agrônomo, começará a trabalhar em uma empresa que atua com banco de sementes e mudas. Um banco de sementes tem a função de armazenar sementes não germinadas com capacidade de germinação. Em geral, o mesmo é utilizado como subsídio para espécies que tenham desaparecido ou possam desaparecer, de forma natural ou não, bem como manter as linhagens de plantas que possam ser suscetíveis a doenças. Uma vez que essas plantas podem ser importantes na produção de alimentos, o banco de sementes também tem a função de abastecer as produções agrícolas.

Para as florestas tropicais, após desastres naturais ou causados pela ação do homem, o banco de sementes tem uma importância de extrema relevância, estando presente em quatro etapas: colonização, formação de populações, manter a diversidade de espécies e a formação de grupos ecológicos e, além destas etapas, ainda proporciona o restabelecimento do patrimônio de espécies do local no processo de renovação da floresta.

Para conseguir efetuar as rotinas do dia a dia de trabalho, você notou que precisaria se esforçar muito e dominar todos os conceitos da botânica, desde uma simples classificação até as estruturas morfológicas dos vegetais.

Você logo notou que os processos de aprimoramento dos funcionários da empresa não estavam sendo realizados a um tempo, e com a entrada de vários colaboradores novos, sugeriu ao departamento de gestão de pessoas que proporcionasse uma atividade para resgatar conceitos importantes referentes às atividades rotineiras. Para isso, você sugeriu um treinamento com palestras e dinâmicas, e ao final os funcionários deveriam elaborar um catálogo ilustrativo dos órgãos externos de uma espécie vegetal de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, de interesse agrônomo.

Então vamos juntos nos dedicar a esse empolgante desafio! Preparado? Vamos começar!

Seção 1.1

Morfologia e Sistemática Vegetal

Diálogo aberto

Caro aluno, neste primeiro momento da disciplina você aprenderá a caracterização morfológica dos grupos vegetais, que irá explorar a origem das plantas, bem como a história e as hipóteses de como surgiram, ainda falaremos da importância da morfologia vegetal destacando os quatro grupos de vegetais, e como esses aspectos marcam a diversidade vegetal no ambiente. Fatores que lhe proporcionaram subsídios para compreender e poder aplicar de forma correta os conhecimentos botânicos em sua profissão.

E como primeiro desafio profissional, sendo funcionário do Banco de Sementes, a equipe da qual faz parte, composta por diversos profissionais como agrônomos, biólogos e engenheiros ambientais, foi destinada para uma área com possíveis interesses agrônômicos, onde o proprietário solicitou uma análise da área, e a equipe optou por uma avaliação do banco de sementes do solo, já que a diversidade de sementes no local pode ocorrer por remanescentes de espécies florestais ou de práticas agrícolas anteriores.

Somente após esse levantamento criterioso deve-se iniciar o preparo deste solo para cultivo e utilizar sementes identificadas, selecionadas do Banco de Sementes da empresa que trabalha, ou crioulo (no caso de o agricultor possuir seu próprio patrimônio de sementes), garantindo a qualidade da futura plantação.

No decorrer dos trabalhos, o produtor questionou qual o impacto da diversidade das plantas para o início desta plantação? Além disso as identificações das possíveis plantas originárias da área podem interferir no sucesso de uma futura colheita? Você percebeu que para conseguir ajudar a equipe, precisaria resgatar os conhecimentos da diversidade das plantas, de como as plantas se originaram e quais os aspectos morfológicos das plantas daquela região. Vamos ajudar nesta primeira tarefa? Mãos à obra!

Não pode faltar

Caro aluno, vamos iniciar nossos estudos sobre a morfologia das plantas! Nesta seção falaremos do surgimento das plantas, de sua importância e como a morfologia vegetal foi moldada pela evolução das espécies.

Você já parou para pensar em como a vida no planeta Terra, na forma que a conhecemos, é totalmente dependente das plantas? Pois é, a conquista do ambiente terrestre proporcionou a criação de uma atmosfera com aspectos favoráveis a outros organismos dependentes de oxigênio. Mas logo voltaremos a esse assunto com um pouco mais de abrangência, agora vamos falar como tudo começou!

Para falar da origem das plantas, primeiramente devemos nos recordar como a teoria da formação do universo (*Big Bang*) definem a constituição do planeta Terra a partir de uma grande explosão, surgindo o planeta a aproximadamente 4,5 bilhões de anos atrás.

Muitas mutações e evoluções foram necessárias para manter um padrão de vida que ocorria em ambiente aquático. Todas as transformações levaram ao surgimento de seres orgânicos, em que alguns fósseis encontrados na Austrália exemplificam um organismo semelhante a uma bactéria. Isso quer dizer que a vida surgiu com uma célula procarionte? Muito provável, pois uma outra teoria chamada endossimbiose, proposta em 1981 por Lynn Margulis, pesquisadora da universidade de Massachusetts, publicada no livro "*symbiosis in cell evolution*" (simbiose na evolução das células), relata que estruturas como os cloroplastos passaram a fazer parte de uma célula procarionte, surgindo um ancestral da célula vegetal, que passa a ser um eucarioto, composta por organelas vitais a produção de energia.

As células primitivas aprenderam a usar as fontes de elementos químicos disponíveis no ambiente primitivo, e a medida que passava o tempo, foram evoluindo e aumentando a sua complexidade estrutural, sendo cada vez mais responsáveis pelo seu desenvolvimento, isto é, adquiriram a capacidade de crescer e reproduzir, criando descendentes. Desta forma, surgia a organização celular possibilitando todas as formas de vida do planeta.

Falar de evolução é perceber que o tempo faz toda a diferença. No início os seres existentes eram heterotróficos, quando era necessário capturar seu alimento; com o surgimento das plantas, esse cenário se modifica, pois elas se especializaram em outra modalidade, passaram a ser autótrofos, capazes de gerar seu próprio alimento. Sem essa adaptação a vida na Terra não teria os aspectos conhecidos. Mas como isso pode ser possível? Uma organela em especial faz das plantas e algas seres vitais; estamos falando dos cloroplastos que contêm clorofila, que proporcionam o processo de fotossíntese. Outros seres vivos que também efetuam a fotossíntese, mas não possuem cloroplastos, são as cianobactérias, que ajudam na composição de gases na atmosfera. A fotossíntese, portanto, foi capaz de alterar a atmosfera terrestre, e em uma cascata de eventos, esse fenômeno influenciou a evolução da vida.

O processo de fotossíntese tem alguns aspectos relevantes, como a quebra da molécula de H_2O (água) soltando o oxigênio em forma de molécula livre (O_2) no ambiente, gerou dois eventos: a formação da camada de ozônio, quando algumas moléculas de O_2 regiram criando o O_3 , e depois de logo anos, a camada de O_3 era capaz de absorver os raios ultravioleta provenientes do sol, deixando o ambiente terrestre com aspectos para o surgimento de novas formas de vida. O segundo destaque para fotossíntese foi a disponibilização em excesso de O_2 e, com isso, propiciou a evolução de algumas formas de vida a gerar energia pela respiração aeróbica.

A partir de um momento no processo de evolução esses organismos passam a se unir e formar seres multicelulares, com maior capacidade de sobrevivência às adversidades do meio. Em seguida, no momento em que a Terra teve sua atmosfera amenizada, ocorreu a invasão do ambiente terrestre por organismos vegetais, que falaremos melhor na terceira unidade.

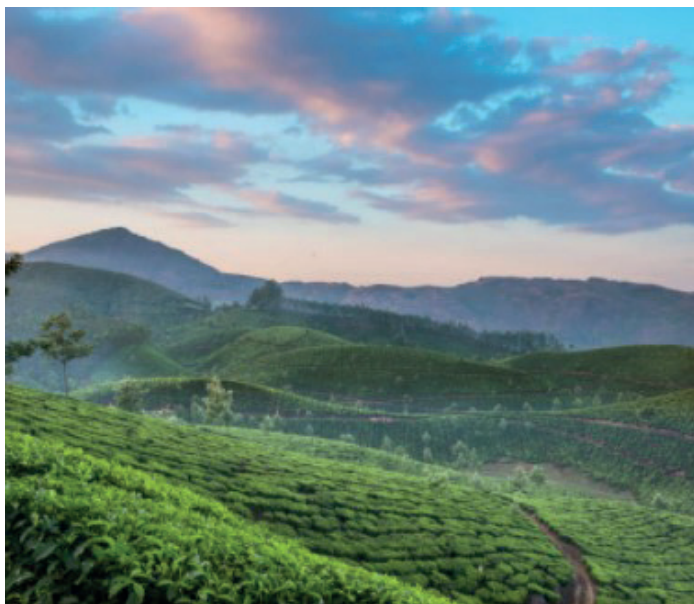
A Figura 1.1 exemplifica os aspectos da Terra primitiva e uma Terra tomada pelas plantas, com total capacidade de proporcionar e manter a sobrevivência das espécies.

Figura: 1.1 | (a) Terra Primitiva e (b) Terra atual tomada por plantas

(a)



(b)



Fonte: (a) <<https://www.flickr.com/photos/gsfsc/15635699388/>> (b); iStock. Acesso em: 25 fev. 2018.



Assimile

As células das plantas são eucariontes, compostas por envoltório nuclear, cromossomos organizados e organelas, como as mitocôndrias, que são responsáveis pela respiração celular e os cloroplastos, onde ocorre a fotossíntese, fenômeno vital à evolução do planeta Terra.

Depois de um breve relato do surgimento das plantas, vamos nos direcionar à história da morfologia das plantas. Nomear e definir a função de partes das plantas nem sempre foi uma tarefa fácil, e podemos dizer que tudo começou com uma personalidade que foi nomeada o "pai da Botânica". Sabem de quem estou falando? Em uma época marcada pela descrença e pela dificuldade de análises (pouca tecnologia), um filósofo grego chamado Teofrasto de Ereso (378-287 a.C.), aluno de Aristóteles, sentiu a necessidade de formular a terminologia descritiva das plantas, incentivado pela motivação de definir quais partes poderiam ser usadas como medicamentos, quais partes poderiam ser comidas e como cada parte poderia contribuir com a melhora da vida.

Já na Era Cristã, novas iniciativas surgiram no campo da botânica, desta vez com um romano chamado Plínio (23-47 d.C.), que por fim acabou gerando uma nova forma de terminologia descritiva, incluindo o latim na descrição de estruturas botânicas.

Mas a forma que conhecemos a morfologia atual teve como instrução a obra de Linnaeus (1751) intitulada *Philosophia Botanica*. Como foi escrita em latim, propiciou o acesso e facilitou o uso da terminologia sugerida por Plínio.

Até agora falamos de grandes personalidades que se preocuparam em determinar a forma de usar a terminologia, mas a definição "morfologia" foi usada pela primeira vez por Johann Wolfgang von Goethe em 1790, incentivado pela obra de Linnaeus, tendo como maior campo de dedicação a evolução da forma dos vegetais em vez da sistematização propriamente dita.

Muitos outros pesquisadores tiveram sua parcela de contribuição com a morfologia descritiva vegetal. No entanto, no século XXI, não podemos deixar de destacar a nova forma de morfologia vegetal, que tem como aliada a biologia evolutiva do desenvolvimento (que usa a genética), de uma forma que uma rede de genes interage com a morfogênese, usando os aspectos moleculares das células para explicar a origem e a evolução, possibilitando uma caracterização assertiva do efeito dos genes na morfologia externa das plantas, as quais eram consideradas especulações no passado, pois não se poderia provar.



Com toda a tecnologia que o mundo atual proporciona, será possível comprovar que no decorrer do tempo, as espécies evoluíram geneticamente em decorrência do ambiente específico que estavam inseridas? Pense em como a evolução tem sido assertiva e como o planeta busca o equilíbrio dos organismos vivos.

Para serem capazes de povoar o ambiente terrestre, as plantas precisaram de algumas adaptações de caules que, segundo registros fósseis e hipóteses descritas nas teorias de Homólogos, proposta por Pringsheim em 1878, destaca características semelhantes no desenvolvimento embrionário das espécies. A teoria de Interpolação proposta por Celakovsky (1874) e Bower (1890, 1908) explica a evolução na forma de reprodução das plantas. Outro aspecto relevante é entender que em um primeiro momento as plantas se desenvolviam parte na água e parte na terra.

Em determinado ponto da evolução, a transição entre ambiente aquático e terrestre passou a impactar na manutenção da vida das plantas e, para otimizar a forma de produção de energia, a captação direto da atmosfera de CO^2 e luz se fez necessária. Já a água e os sais minerais proviam direto da superfície terrestre, sendo esses aspectos decisivos no aperfeiçoamento dos vegetais terrestres.

Mas a dependência inicial dos dois ambientes, proporcionou modificações estruturais relevantes às plantas, separadas por duas partes, sendo: uma axial aéreo, que crescia em direção à luz e gases da atmosfera, e outro em direção ao centro gravitacional da Terra, formando um eixo, com funções de absorção e fixação. Alguns autores como Gonçalves e Lorenzi (2011), relatam que esse sistema subterrâneo no início se assemelhava a um rizóforo, e que as duas partes (aérea e subterrânea) eram bem semelhantes.

As briófitas atuais têm raízes chamadas de rizoides, pois não possuem as características padrões dos demais grupos de plantas, permanecendo com um aspecto primitivo.



Rizóforo: refere-se a um padrão de caules que tem como princípio se posicionar em direção ao solo.

Rizoides: são estruturas celulares que em plantas desempenham papel de raízes, mas não possuem a morfologia das raízes.

Com o passar do tempo as necessidades evolutivas ficaram cada vez mais evidentes, e a parte axial aérea e a parte absortiva/fixadora precisavam se comunicar e trocar elementos fundamentais para produção de energia e reservas alimentares. Com isso, surgem os tecidos de transportes (xilema e floema), e demais adaptações fisiológicas. Em um determinado momento, o sistema axial aéreo se tornou o que chamamos de caules, e os sistema de absorção/fixação se tornou as raízes.

Podemos dizer que o sistema axial (eixo) inicial era composto por dois segmentos, que em um processo de evolução se modificou para melhorar a produção de energia. E a partir deste ponto todos os aspectos de evolução que surgiram foram em função da melhoria dos processos de produção de alimentos para esses organismos. O sistema axial aéreo inicialmente tinha a aparência de um teloma (porções terminais do caule), e ramificações foram observadas, sendo um eixo central com maior força, em que partiam ramos laterais. Para melhorar a captação de luz, os ramos laterais se dispuseram de uma forma que um não gerasse sombra sobre o outro, isto é, um crescimento planar, sendo denominado planificação.

Segundo Gonçalves e Lorenzi (2011), outra estratégia para otimizar o processo de fotossíntese é o achatamento dos ramos e a expansão de estruturas fotossintéticas que, a partir do achatamento, conseguiram captar maior quantidade de luz solar, sendo que, para essa modificação estrutural, se dá o nome de folhas ou megafilo, relacionada diretamente a adaptação pela queda do CO_2 atmosférico no período Devoniano (350 milhões de anos atrás).

Portanto, no processo de evolução as folhas e flores surgiram de estruturas de caules com modificações para atender a demanda por energia e sobrevivência da espécie. Perceba que todas as estruturas das plantas surgiram de modificações sequenciais de um único eixo

original, pois todos os órgãos das plantas possuem correspondência na sua morfogênese e em seus processos teciduais.

Todas as adaptações da morfologia vegetal surgiram em decorrência de otimizar o processo de produção de energia, permanecer e prosperar a vida da espécie no ambiente.

As plantas se tornaram as grandes modificadoras da superfície terrestre, e os gases gerados em seus processos fisiológicos possibilitaram o advento de novas espécies e organismos. Portanto, quando falamos da importância das plantas, devemos pensar em quanto elas são vitais à vida neste planeta. Uma simples questão define essa relação: elas podem sobreviver sem nós, mas nós podemos sobreviver sem elas?

Caro aluno, vamos listar alguns processos em que as plantas são o grande destaque:

a) A fotossíntese é a grande responsável pela produção de O_2 disponível na atmosfera. Aqui vale reforçar que, em solo, as plantas são as responsáveis pela fotossíntese e no ambiente aquático, essa tarefa cabe às algas e às cianobactérias.

b) A fotossíntese é o processo que gera alimento para as plantas, que são vitais para alimentação de animais e os outros organismos vivos, o que torna os vegetais base da cadeia alimentar, denominados produtores.

c) A fotossíntese gera os açúcares que fazem parte do bloco construtor da vida. Ao se alimentar de plantas ou de animais que se alimentam de plantas, adquirimos esses elementos.

d) A maior parte do alimento humano, provem de plantas, com destaque para: milho, arroz e trigo.

e) Grande parte dos medicamentos são provenientes de plantas.

f) Das plantas podemos gerar combustível e fabricar o papel.

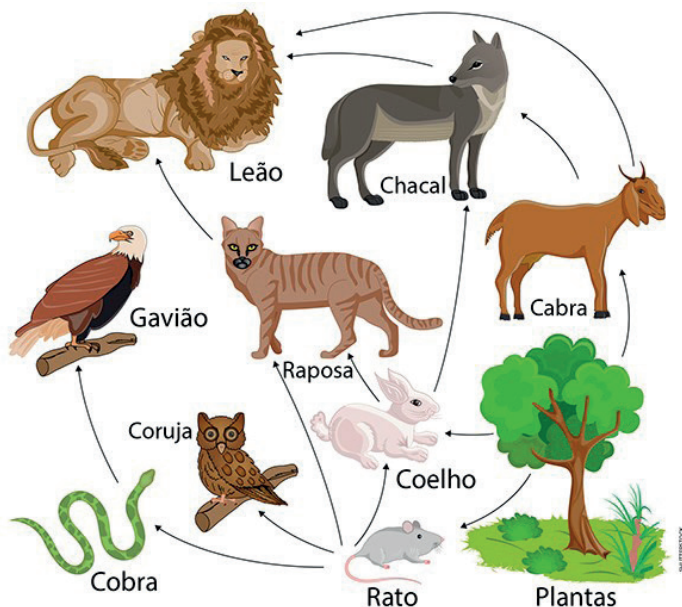
g) As plantas modificaram a superfície terrestre e nos proporcionaram abrigo.

Veja quantos exemplos da importância das plantas foram relatados, no entanto há muitos outros. Mas lembre-se que o mais importante foi a partir de seus processos de fotossíntese que a vida como a conhecemos foi possível neste planeta.



Para exemplificar a relação de dependência alimentar que temos em relação as plantas, observe a imagem da Figura 1.2.

Figura 1.2 | Cadeia alimentar



Fonte: <<https://goo.gl/hNJRfo>>. Acesso em: 25 fev. 2018

A possibilidade de habitar o ambiente terrestre gerou nas plantas a necessidade de muitas modificações e, com isso, o surgimento da diversidade entre elas. As adaptações foram surgindo de acordo com a necessidade de otimizar o processo de obtenção de energia, mediante características do local. Para ficar mais fácil de compreender, pense em uma microrregião, com disponibilidade de gás carbônico (CO_2) bem limitada e em outra região com excesso de CO_2 . As adaptações seriam iguais?

A princípio, todos os órgãos das plantas tiveram o mesmo ponto de origem, mas as condições ambientais foram moldando essas características. As flores, por exemplo, surgiram relativamente tarde na escala de modificações.

Temos quatro grandes grupos de plantas: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Hoje em dia quando você pensa em plantas, logo vem à mente a imagem de vários tipos compondo uma paisagem, por isso, vamos entender um pouco mais sobre cada grupo de plantas.

1. Briófitas: tem como principais representantes os musgos, que podem ser classificados como um tipo simples de planta. Observe a Figura 1.3.

Figura 1.3 | Briófitas (musgo)

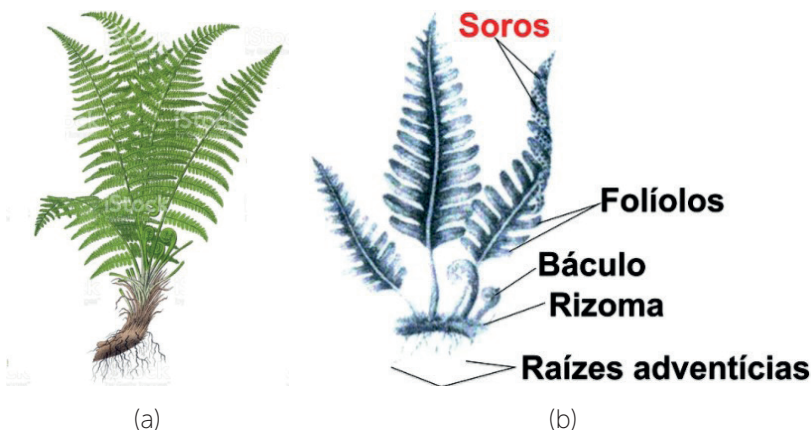


Fonte: (a) <<https://goo.gl/Sq38d1>>; (b) <<https://goo.gl/jCui6P>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

Há indícios que elas evoluíram de algas, entre 450 e 700 milhões de anos atrás; são de pequeno tamanho e ficam sobre rochas e no chão de florestas, sobrevivem melhor em ambientes úmidos e possuem um sistema de transporte de água ineficiente.

2. Pteridófitas: são plantas vasculares, sem sementes e que estão no ambiente terrestre há 350 milhões de anos. O exemplo mais comum são as samambaias. Observe a Figura 1.4.

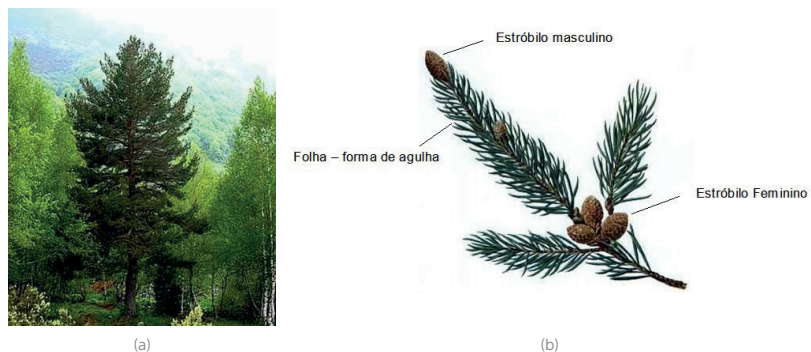
Figura 1.4 | Pteridófita (samambaia)



Fonte: (a) adaptado de iStock.; (b) <<https://goo.gl/PhRK8q>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

3. Gimnospermas: são plantas vasculares com sementes e sem flores. Seu surgimento é datado em 350 milhões de anos e, hoje em dia, nós reconhecemos esse tipo de planta como as coníferas, sendo árvores verdes, com um tipo de folha no formato de agulha. Como exemplo podemos citar a sequoia, que pode ultrapassar a 90 metros de altura, e os pinheiros.

Figura 1.5 | Gimnosperma (a) Fotografia de um Pinheiro (*Pinus sp.*); (b) Esquema representativo de estróbilos masculino e feminino

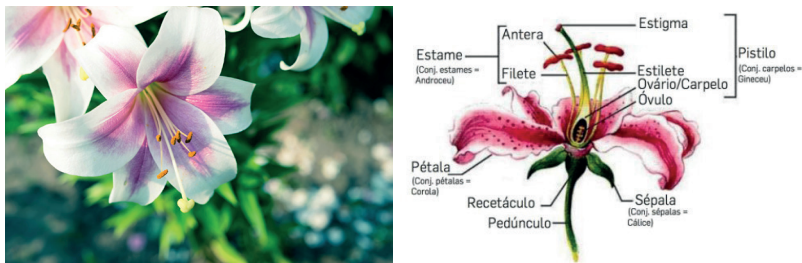


Fonte: (a) <<https://goo.gl/WCWDfp>>. Acesso em: 25 fev. 2018; (b) adaptado de <<https://goo.gl/ac3TUK>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

4. Angiospermas: são as plantas com flores e suas sementes estão protegidas nos frutos. O surgimento deste tipo de planta é relativamente mais novo que as demais, sendo a 145 milhões

de anos atrás. Estão em todos os ambientes e, se pensarmos nas paisagens do mundo moderno, notaremos que estão em maior abundância que os demais tipos. Na Figura 1.6 você poderá perceber a formação da flor destas plantas.

Figura 1.6 | Angiosperma (a) Fotografia de flor de Lírio (*Lilium sp.*); (b) Esquema representativo de flor



Fonte: (a) iStock.; (b) <<https://goo.gl/NrtnK4>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

O ponto-chave da diversidade das plantas e de sua evolução engloba aspectos morfológicos dos quatro grupos, sendo que a partir da evolução das algas temos as briófitas. Em seguida, ocorre o surgimento da vascularização com as pteridófitas, a formação de sementes com as gimnospermas e a formação de flores e frutos com as angiospermas. Os quatro grupos compõem a paisagem vegetal do planeta Terra.



Pesquise mais

Não deixe de ler o artigo "Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas". Neste interessante texto você aprenderá como as plantas cultiváveis evoluíram e que processos semelhantes aos da evolução das plantas primitivas são verificados, como hibridação, migração, seleção natural e fatores genéticos.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n7/a4411cr4313.pdf>>.
Acesso em: 25 fev. 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno, até aqui você aprendeu como ocorreu o surgimento das plantas no planeta Terra, como foi sua evolução do ambiente aquático para o terrestre, e quais os aspectos de maior relevância morfológica,

para sua adaptação e capacidade de geração energética, mantendo sua prosperidade em todos os habitats do planeta. A partir de uma estrutura axial única, ocorre a separação em duas formas bem definidas, onde a estrutura axial aérea se tornou o que chamamos de caule, e a estrutural axial subterrânea formou as raízes. As demais alterações morfológicas como ramos, folhas, frutos são provenientes de modificações caulinares, para otimizar o processo de sobrevivência das plantas. Todos esses fatores de evolução levam a uma grande diversidade vegetal no planeta, e hoje temos quatro grupos de plantas, sendo as: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, cada grupo com suas particularidades, surgidas em decorrência da oferta de subsídios para produção de energia e reprodução para manter a sobrevivência das espécies.

Todos os pontos estudados demonstram a relação intrínseca entre ambiente e os seres que o habitam, e como a diversidade dos grupos proporcionam a prevalência da vida no planeta como a conhecemos.

Em seu novo emprego como agrônomo em um Banco de Sementes, o primeiro desafio foi trabalhar com a equipe de multiprofissionais em um levantamento de identificação de espécies vegetais de uma futura área de plantação. No decorrer dos trabalhos, o produtor questionou qual o impacto da diversidade das plantas para o início desta plantação. Além disso, as identificações das possíveis plantas originárias da área podem interferir no sucesso de uma futura colheita?

Você deve explicar ao produtor que a possibilidade de habitar o ambiente terrestre gerou nas plantas a necessidade de muitas modificações, e com isso, o surgimento da diversidade entre as mesmas. As adaptações foram surgindo de acordo com a necessidade de otimizar o processo de obtenção de energia, mediante as características do local. Portanto, ao identificar o grupo de plantas de maior prevalência na área, ocorre a possibilidade de evitar competição por recursos (minerais do solo, água, gás carbônico, etc.) com a futura plantação, outro ponto relevante saber identificar as plantas que são fundamentais ao ecossistema local, e evitar sua extinção, pois caso isso ocorra, toda a cadeia alimentar da região sofreria alterações, e em um tempo relativamente curto os aspectos de diversidade e riqueza da região estariam comprometidos, e em consequência a plantação também poderia sofrer prejuízos até mesmo passando a ser fonte de alimento para fauna da região.

Com todas as explicações que você cedeu ao produtor, ficou evidente que a diversidade das plantas é algo que marcou sua evolução

no decorrer dos séculos e tem muita importância no planejamento de uma plantação. Conhecer seus aspectos morfológicos possibilita saber a qual grupo elas pertencem (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas) e, a partir disso, entender seu processo de desenvolvimento e conseguir interferir positivamente em um processo de plantação, evitando as plantas que poderiam competir por recursos.

E prepare-se, pois nas próximas seções vamos nos aprofundar cada vez mais no mundo da morfologia vegetal. Até a próxima!

Avançando na prática

O impacto da morfologia vegetal na produção do arroz

Descrição da situação-problema

O arroz, pertencente à família Poaceae, gênero *Oryza*, dá origem à espécie *Oryza sativa*, (existem diversas variações de arroz) que faz parte da alimentação da humanidade, presente predominantemente em muitas culturas. É uma angiosperma, monocotiledônea, uma fonte de extrema importância como alimento, estando, portanto, sempre em destaque nas experimentações para melhora de sua produtividade.

Os dados de pesquisas históricas apontam como originário do sudeste da Ásia, no entanto, relatos apontam a Índia como local de diversidade da espécie. O arroz invadiu o mundo com as explorações marítimas dos europeus, e até hoje é consumido mundialmente.

No Brasil temos a dupla famosa de feijão com arroz, fonte de energia comprovada e que permanece nas mesas dos lares brasileiros.

Você como agrônomo recém-formado trabalha em uma lavoura de arroz, e logo percebe que para desempenhar um bom trabalho precisaria resgatar os conceitos da morfologia dos vegetais, pois para reconhecer todo o processo de desenvolvimento da planta, seria necessário saber cada fase do desenvolvimento morfológico característico para cada etapa de crescimento e o que significa esses aspectos no processo de colheita. Pensando no momento apropriado para colher o arroz, quais aspectos morfológicos indicam a modificação característica das angiospermas no arroz (*Oryza sativa*)? Destaque a estrutura adaptada morfológicamente que fica aparente no momento da colheita.

Resolução da situação-problema

Quando efetuamos o plantio de uma espécie, neste caso o arroz, ocorre fases de desenvolvimento, marcadas pelas alterações morfológicas, da germinação à inflorescência. Em cada fase, é possível avaliar o quanto os fatores envolvidos agem sobre a planta.

As angiospermas tiveram seu surgimento relativamente mais tarde que os demais grupos, e trazem as modificações características de flores e frutos, otimizando seus processos de reprodução e proteção das sementes. No caso do arroz, a estrutura aparente será a flor, marcando essa espécie no grupo das angiospermas.

O momento da colheita em uma plantação deve ser preciso, pois o processo pode gerar metade dos gastos financeiros, saber identificar a maturação da planta é fundamental, como angiosperma o arroz possui flores envolvidas em sua reprodução, e deste processo de reprodução irá surgir a semente. E para concluir sua análise das características morfológicas na colheita do arroz, você percebeu que os aspectos morfológicos são as flores, que fazem parte do processo de formação da semente, portanto, a colheita está ligada ao surgimento da semente, mas outros aspectos são muito relevantes como a unidade do grão. Em uma plantação múltiplos fatores são importantes, na etapa de colheita, em sua análise inicial você destacou a morfologia, caracterizando a espécie vegetal como uma angiosperma.

Faça valer a pena

1. As grandes florestas desempenham papéis muito além da exuberante paisagem. A Floresta Amazônica, por exemplo, é chamada de pulmão do mundo. Assim, as plantas desempenham um papel fundamental no planeta Terra. A evolução desta forma de vida, foi responsável por tornar o ambiente terrestre habitável a vários tipos de organismos.

Sobre as características das plantas, marque falso ou verdadeiro nas afirmações.

- () No ambiente terrestre as plantas, com seu processo de fotossíntese, são as grandes responsáveis pela produção de O₂, disponível na atmosfera.
- () Grande parte dos medicamentos não são provenientes de plantas.
- () As plantas são os consumidores primários na cadeia alimentar.
- () As plantas são seres heterotróficos, produtores de seu próprio alimento.

- a) V, F, F, F.
- b) F, V, F, F.
- c) V, V, F, F.
- d) F, F, V, V.
- e) V, F, V, F.

2. Em determinado momento da evolução, a transição entre ambiente aquático e terrestre, passou a impactar na manutenção da vida das plantas, assim para otimizar a forma de produção de energia, a captação direto da atmosfera de CO_2 e luz, se fez necessária, já a água e os sais minerais proviam direto da superfície terrestre, esses aspectos foram decisivos no aperfeiçoamento dos vegetais terrestres.

Analise as afirmações a abaixo:

- I. A modificação estrutural das plantas inicialmente, foi estimulada pela dependência dos ambientes aquático e terrestre.
- II. As estruturas que deram origem ao caule e raiz, eram denominadas ramificações axiais aéreas e subterrâneas.
- III. A parte axial aérea ficou com a responsabilidade de suprir a demanda por sais minerais e a fixação do organismo.
- IV. A demanda por recursos do ambiente foi apenas um mínimo fator no desenvolvimento dos caules e folhas.

- a) Estão corretas: I e IV.
- b) Estão corretas: I e II.
- c) Estão corretas: II e III.
- d) Estão corretas: III e IV.
- e) Estão corretas: II e IV.

3. A possibilidade de habitar o ambiente terrestre gerou nas plantas a necessidade de muitas modificações e, com isso, o surgimento da diversidade entre elas.

As adaptações foram surgindo de acordo com a necessidade de otimizar o processo de obtenção de energia, mediante as características do local.

Nesse contexto, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. O surgimento de quatro grandes grupos de plantas: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, demonstra que cada grupo possui características que os define e marca sua escala evolutiva.

Porque

- II. II – Na evolução das características morfológicas o meio ambiente desempenhou um papel primordial, levando as modificações necessárias, marcando cada grupo de plantas, as briófitas por exemplo, são consideradas plantas com sistema simples, pois não possuem vascularização, nem sementes; as pteridófitas são vasculares mas também não possuem sementes; já as gimnospermas possuem sementes mas não possuem flores, e as mais novas na escala evolucionista, as angiospermas possuem sementes, flores e frutos.

Acerca dessas asserções, assinale a opção correta.

- a) A asserção I é uma proposição verdadeira e a II é uma proposição falsa.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- c) Asserções I e II são proposições verdadeiras e a II é uma justificativa correta da I.
- d) A asserção I é uma proposição falsa e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Seção 1.2

Estruturas morfológicas vegetais

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção você entenderá a morfologia das raízes, caule, folhas, flores, frutos e sementes, percebendo a intrínseca relação entre essas partes da planta. Será evidenciado o sistema caulinar, composto por caule e folhas, mais complexo que o sistema radicular que compreende as raízes. As modificações de caule também proporcionaram que da evolução do ápice vegetativo do sistema caulinar surgissem as flores, originando um processo de reprodução, que gera o fruto e sementes.

O trabalho no Banco de Sementes tem se mostrado muito desafiador, e você, juntamente com a equipe, continua a avaliação da área com possíveis interesses agrícolas.

E apesar da área ser considerada propícia para agricultura, nota-se a presença de espécies nativas, e a sua retirada pode gerar impacto negativo e influenciar a futura plantação. O Banco de Sementes pode garantir a sobrevivência das espécies que precisarem ser retiradas do local. Você logo percebeu que precisaria de mais avaliações, pois uma área com tanta diversidade vegetal precisa de análises multifatoriais.

O trabalho da equipe multiprofissional se mostrou de grande abrangência. Após as primeiras coletas, você percebeu uma grande diversidade no material coletado, explicou ao proprietário que uma caracterização dos caules, raízes, folhas, frutos, sementes e flores são as melhores chances de acerto na classificação do material. O produtor logo questiona quais as diferenças entre raízes e caules? E quais as características devem ser levadas em consideração para efetuar uma diferenciação entre estas estruturas? Caro aluno, continue desvendando os aspectos morfológicos dos vegetais. Nesta etapa do treinamento, auxilie a equipe a esclarecer todas as dúvidas do produtor agrícola. Vamos lá!

Não pode faltar

Vamos iniciar a Seção 1.2, em que você descobrirá a morfologia das raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes.

Na morfologia descritiva, usamos alguns termos abrangentes, isto é, são destinados para diversas estruturas e órgãos, sendo o caso de: posicionais, formas, contornos ou textura, esses termos são, portanto, usados de forma geral.

Com a progressão das plantas no ambiente terrestre, as modificações das estruturas morfológicas decorrentes do processo de evolução foram se aprimorando e constituindo o cenário que temos hoje.

Outro aspecto relevante é entender que algumas plantas possuem estruturas epidérmicas externas, que se parecem como pelos, chamadas tricomas. O conjunto de tricomas é denominado de indumento, e a função é bem variada, estando relacionada a minimizar a perda de água, evitar a herbivoria, bem como secretar substâncias que podem atrair insetos para ajudar na polinização. Nas raízes temos os tricomas absorventes, que aumentam a absorção.

E para saber mais sobre cada parte externa das plantas, vamos analisar suas estruturas.

A sobrevivência das plantas depende de alguns fatores primordiais, e a raiz pode ser considerada um destes. Em seu processo de evolução, tem como funções principais a fixação da planta em seu substrato, absorção e estocagem de água, nutrientes e carboidratos (comumente extraídos do solo). A capacidade de crescimento das raízes permitiu, em alguns casos, a busca por água e sais minerais em diferentes profundidades do solo. Além destas funções, com a evolução, as raízes do tipo suculentas também atuam como reserva de alimentos.

A morfologia das raízes se apresenta com algumas características básicas, se formando a partir de um embrião, sendo consideradas as raízes primárias. A partir deste início de desenvolvimento para as plantas com sementes (menos as monocotiledôneas), as raízes primárias serão chamadas de raízes pivotante, e terão um crescimento em direção ao subterrâneo, assim, irão aparecer as raízes laterais, constituindo um sistema radicular pivotante com raízes primárias muito desenvolvidas e as ramificações laterais.

Já o sistema radicular fasciculado é proveniente de plantas

monocotilédneas, pois suas raízes primárias permanecem por pouco tempo, dando origem ao um sistema radicular de raízes adventícias.



Vocabulário

Cotilédone: são as folhas embrionárias que surgem nas sementes (angiospermas e gimnospermas).

Monocotilédnea: presentes em angiospermas, é formada por um cotilédone embrionário.

Dicotilédnea: presentes em angiospermas, são formadas por dois cotilédones embrionários.

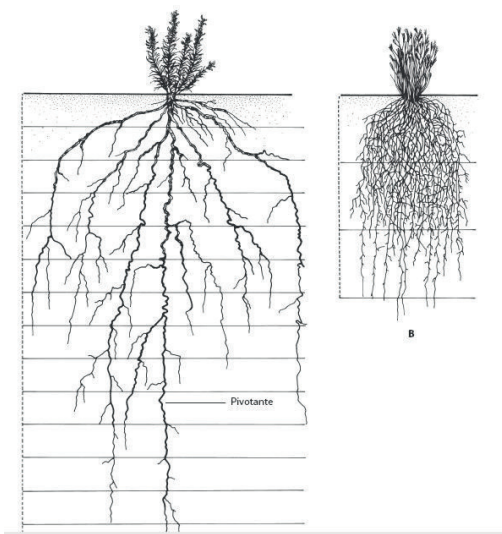
Perceba que na Figura 1.7 o sistema pivotante (a) penetra no solo mais fundo, que o sistema fasciculado (b).



Refleta

Você já pensou como o sistema pivotante e o sistema fasciculado podem influenciar no desempenho evolutivo de uma planta? E como essas características podem afetar uma plantação?

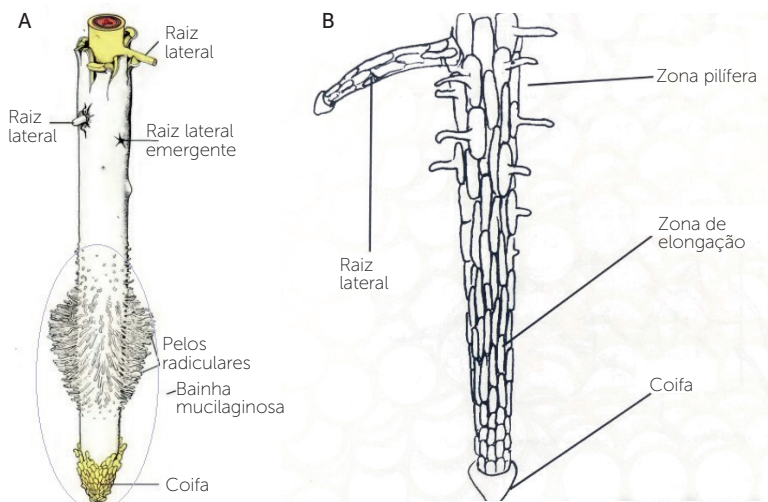
Figura 1.7 | Sistemas radiculares: pivotante (a) e fasciculado (b)



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 560).

Para todas as raízes ocorre a formação de uma coifa, que irá desempenhar o papel de protetora do tecido embrionário, produzindo uma mucilagem que irá ajudar na penetração do solo. Depois da coifa, no sentido superior, temos a zona de alongação e logo acima se tem a zona pilífera, onde ocorre a formação dos pelos absorventes. No decorrer do crescimento desta estrutura, raízes laterais irão surgir, e como tem sua criação na raiz-mãe, são consideradas endógenas, como demonstrado na Figura 1.8.

Figura 1.8. | Raiz em desenvolvimento



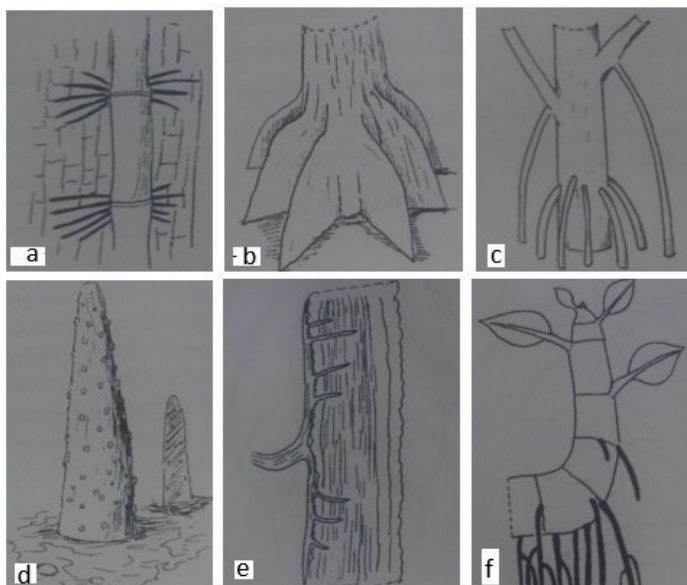
Fonte: (a) Evert e Eichhorn (2014, p. 561); (b) Gonçalves (2011, p. 24).

E mesmo com todos aspectos em comum que as raízes possuem, ocorre diferenças marcantes entre elas, sendo classificadas em:

1. Raízes tuberosas: armazenam amido, como as beterrabas, batata-doce e nabo.
2. Raízes grampiformes: crescimento em aderência a uma estrutura, como o *Ficus repens* (hera-miúda).
3. Raízes tabulares: aparecem em plantas lenhosas como suporte, um exemplo são as figueiras.
4. Raízes escoras: auxiliam a sustentação como o *Pandanus* sp.
5. Haustórios: raízes típicas de plantas parasitas, pois elas penetram na planta hospedeira até alcançar o xilema e floema, como ocorre erva-de-passarinho (*Struthanthus flexicaulis*).

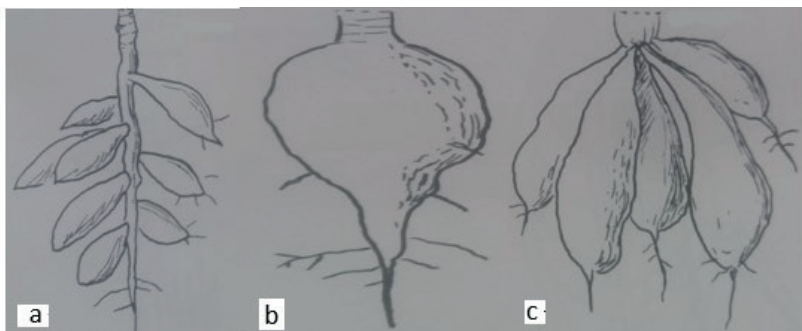
6. Raízes pneumatóforas: raízes de plantas que crescem em áreas inundadas, como os mangues por exemplo, uma espécie característica que apresenta esse tipo de raiz são.
7. Raízes adventícias: podem ser dos tipos: nodal; intermodal; adventícias em túberas.

Figura 1.9 | Variações adaptativas de raízes. (a) grampiformes; (b) tabulares; (c) raiz escora; (d) pneumatóforo; (e) haustório; (f) adventícias.



Fonte: Gonçalves (2011, p. 25-26).

Figura 1.10 | Raízes tuberosas. (a) Raízes laterais tuberosas; (b) Raiz principal tuberosa; (c) Raiz tuberosa fasciculada



Fonte: Gonçalves (2011, p. 26).

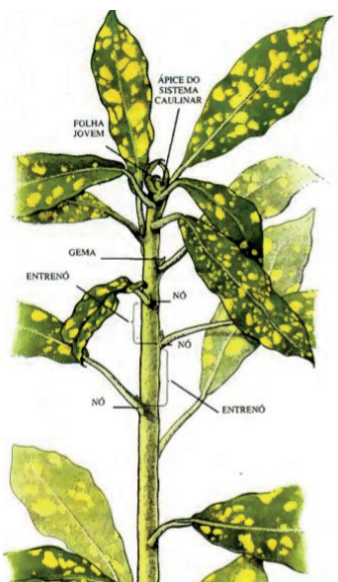


Raiz, caule e folhas possuem dependência vascular, estando interligadas morfológicamente, isto é, ocorre a continuidade de um órgão a outro, impossibilitando uma estrutura de se desenvolver separadamente do conjunto.

A formação dos caules tem origem no embrião da planta, com a formação de uma plúmula. A partir daí, ocorre a formação do sistema caulinar, que é composto por: caules, folhas e sistema reprodutivo, destacando a porção aérea da planta e tendo as funções primordiais de suporte e condução.

Com uma complexidade mais abrangente que a formação das raízes, possuindo nós e entrenós, tendo uma ou mais folhas ligadas a cada nó. Essas folhas ficam direcionadas para luz. O caule precisa ser resistente, pois terá que suportar o peso da planta e intemperes ambientais. O crescimento do ápice do sistema caulinar proporciona o surgimento de folhas e gemas auxiliares, com formação lateral, originando os ramos, como destacado na Figura 1.11.

Figura 1.11 | Sistema caulinar



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 580).

As estruturas morfológicas dos caules são: nó (local onde ocorre a ligação da folha ao caule), entrenós (espaço entre duas folhas) e gemas (surge no nó e pode desenvolver um ramo lateral ou uma flor).

A caracterização do sistema de crescimento de caules é classificada em: **monopodial**, quando destaca a presença de apenas uma gema apical ativa; e **simpodial**, quando no crescimento se tem duas ou mais gemas atuando ao mesmo tempo, o que resulta em caules com muitas ramificações. Esse processo irá definir a estruturação de uma planta.



Refleta

A íntima relação existente entre caules e folhas está em destaque devido à morfologia das estruturas. Qual o papel evolutivo que essas estruturas possibilitaram as plantas?

Com a diversidade das plantas, podemos observar diferentes tipos de caules de formas aéreas e subterrâneas. Também são caracterizados em herbáceos (ervas), sublenhosos (arbustos) e lenhosos (árvores grandes), refletindo as diversas linhas evolutivas dos quatro grupos de plantas (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas).

Em relação à diversidade dos tipos de caules, temos: **caules aéreos** (haste, colmo, fuste, estipe, cladódio, filocládio, roseta, sarmento, volúvel, liana) e **caules subterrâneos** (rizóforo, cormo, tubérculo e bulbo). No caso dos caules rosetas, podemos dizer que são acaules, por serem muito pequenos.

Os caules modificados geram nas plantas acúmulo de nutrientes nestas regiões, como a batata-inglesa (as gemas são chamadas popularmente de “olhos” da batata) e o inhame, que representam bem um caule tubérculo subterrâneo. Já o bambu possui um caule colmo considerado um caule aéreo, e a cebola um caule bulbo.



Saiba mais

Os caules ainda contam com algumas adaptações, chamadas de modificações caulinares. Como exemplo temos os espinhos caulinares, que tem formação a partir das gemas, diferente dos espinhos de cactos que se originando nas folhas. Ainda temos os falsos espinhos,

chamados de acúleos, que são extensões de células epidérmicas que ficam sem vascularização (por exemplo, os espinhos da roseira). Ainda temos como modificações caulinares as gavinhas, que atuam na fixação de plantas trepadeiras, e as domácias, que podem surgir de caules ou de folhas e terão um papel importante no abrigo de animais que se alojam em plantas.

Para ampliar seu conhecimento sobre adaptações caulinares evolutivas leia o texto e observe as imagens da página 755 do livro:

REECE, Jane B. et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582712306/cfi/800!/4/4@0.00:30.8>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

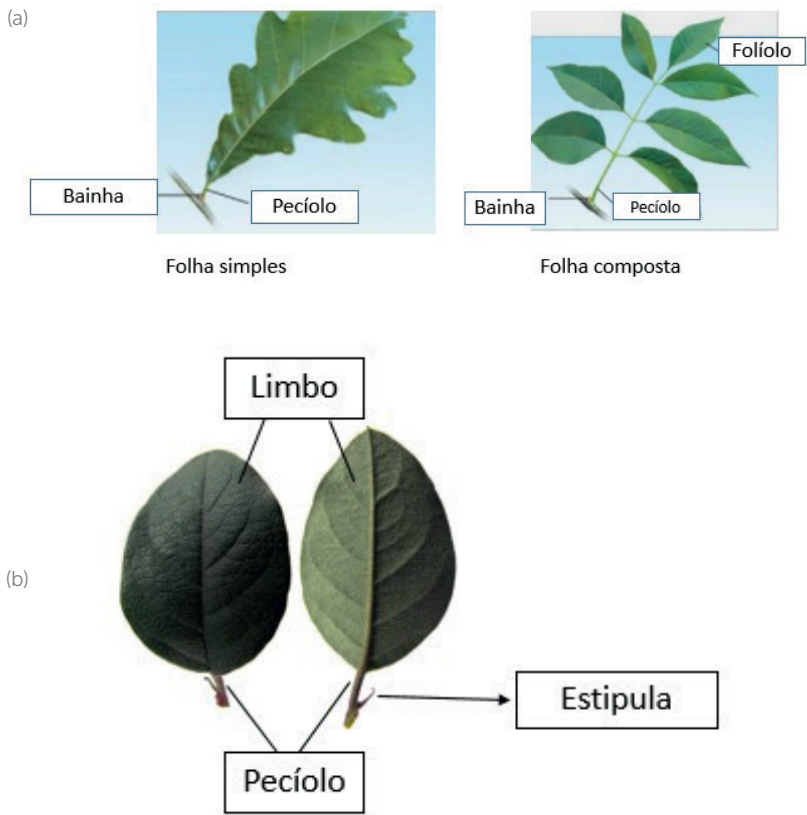
As folhas estão inseridas no processo fotossintético das plantas, pois comportam estruturas que captaram a luz, e a partir desse processo ocorrerá a fotossíntese. As folhas ainda têm como função proteger as gemas, bem como armazenar alimento, e agir na absorção de nutrientes.

As folhas são órgãos laminares, fato que aumenta a absorção de luz, são vitais para trocas gasosas e transpiração celular. Elas são originárias nos nós do caule, comumente abaixo de uma gema e sem crescimento contínuo anual. Podem ainda apresentar modificações adaptativas de acordo com as necessidades da espécie. Outro aspecto que merece destaque é a diversidade de formas e cores, refletindo mais uma vez a adaptação voltada à evolução. A filotaxia é muito relevante no processo de nascimento das folhas, a partir do caule. Temos três categorias de filotaxia:

1. Filotaxia alternada: a partir do caule ocorre a produção de uma única folha por vez.
2. Filotaxia oposta: ocorre a formação de duas folhas ao mesmo tempo de cada nó.
3. Filotaxia verticilada: ocorre a formação de três ou mais folhas de cada nó.

As estruturas das folhas são: lâmina foliar ou limbo / Nervura central ou primária, em que se encontram os tecidos condutores / Nervura principal ou secundária, em que se encontram os tecidos condutores / Pecíolo – base da folha / Bainha – suporte para o pecíolo / Estípulas – folhas pequenas que podem estar na base da bainha / Pulvino ou geniculo, estruturas que possibilitam a mobilidade à folha, observe algumas destas estruturas na Figura 1.12.

Figura 1.12 | (a) Folha simples e composta; (b) Estruturas morfológicas externas das folhas



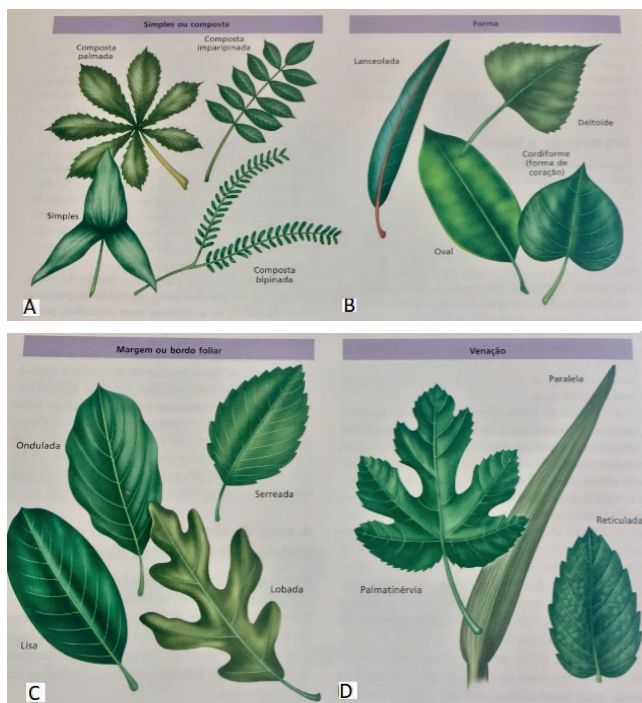
Fonte: (a) adaptado de Reece (2015, p. 755); (b) <<https://goo.gl/mxXAPA>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

Você já deve ter ouvido a palavra cotilédone em seus estudos de botânica. Cotilédone nada mais é do que a primeira folha de uma planta, e por ser a primeira pode ser absorvida como reserva de nutrientes pelo embrião.

As folhas possuem uma organização proveniente da lâmina foliar, caracterizada em dois grupos de folhas, sendo as **simples**, em que o limbo é constituído por uma estrutura única e o grupo as **compostas**, em que o limbo é segmentado (folíolos). Além deste aspecto, as folhas são diferenciadas pela forma, bordo foliar e venação; na Figura 1.13 você poderá observar tais características.

A característica de venação ou nervação das folhas está relacionada à disposição dos feixes vasculares na folha, que sofrem variação de acordo com a espécie. Se efetuar a análise macroscópica poderá verificar a presença de algumas formas: reticulado, paralelo e palmatinérvia.

Figura 1.13 | Morfologia externa das folhas e suas variações.



Legenda: (A) Folhas simples ou compostas (composta palmada, compostas imparipinada, simples, composta bipinada); (B) Forma (lanceolada, deltoide, oval, cordiforme); (C) Margem ou bordo foliar (ondulado, serrado, lisa, lobado); (D) Venação (paralela, palmatinérvia, reticulada).

Fonte: Nabors (2012, p. 98).



Sabe os espinhos das plantas? São estruturas que se formam a partir do caule ou das folhas, e tem função de proteção, mais uma adaptação das plantas para preservar sua sobrevivência.

Figura 1.14 | Espinho caulinar do limoeiro



Fonte: iStock. Acesso em: 26 mar. 2018

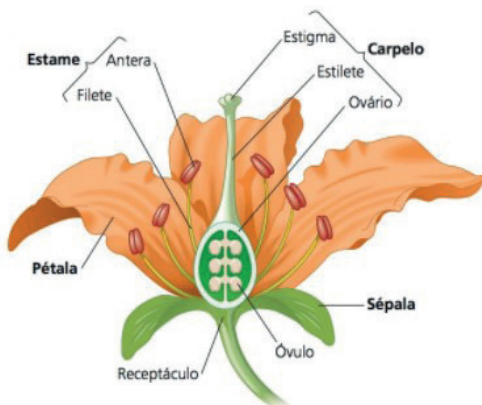
As flores são as estruturas características das angiospermas e seu surgimento é chamado de inflorescência. Essa característica marca a evolução do ápice vegetativo do sistema caular, sendo que as transformações sofridas por essa estrutura são de origem morfológicas, anatômica e fisiológicas, levando a formação da flor (ápice reprodutivo). A passagem do ápice vegetativo para ápice reprodutivo (floral) ocorre com a expansão dos entrenós, associado ao desenvolvimento prematuro das gemas laterais.

Uma vez que as estruturas morfológicas das flores podem sofrer variações, descreveremos aqui a morfologia de um dos tipos mais comuns, denominada flor completa, que possui quatro verticilos florais, que se originam a partir da modificação de folhas, e na estrutura das flores serão suportados por um receptáculo.

Do primeiro verticilo surgem estruturas similares às folhas, chamadas sépalas, que o conjunto formará o cálice; do segundo verticilo, surgem as pétalas, que o conjunto formará a corola. Na sequência de verticilos

com apêndices bem modificados, temos os estames, que irão comportar o filete e a antera, onde os grãos de pólen (gameta masculino) formam-se, sendo essa estrutura denominada androceu, (parte masculina do sistema reprodutivo). O último verticilo, formara o carpelo (gineceu), onde os óvulos são produzidos. O carpelo está anexo ao pistilo, que se divide em três partes: ovário, estilete e estigma. Na Figura 1.15 estão representadas cada parte de uma flor.

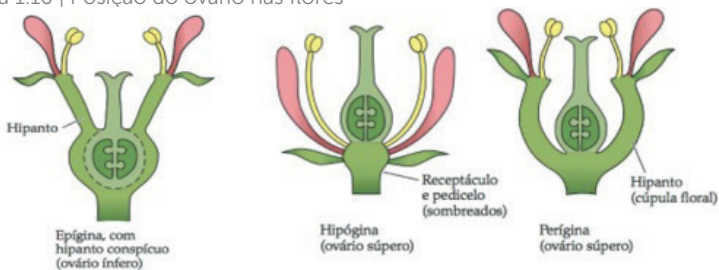
Figura 1.15 | Morfologia da flor



Fonte: Reece (2015, p. 638).

A posição do ovário nas flores define três tipos: hipógina, quando o ovário está em cima do receptáculo (ovário súpero), perígina, ocorre a fusão das sépalos, estames e das pétalas dando origem a uma estrutura chamada hipanto, e o ovário fica dentro desta estrutura (ovário súpero) e epígina o ovário está imerso no receptáculo (ovário infero), como exposto na Figura 1.16.

Figura 1.16 | Posição do ovário nas flores

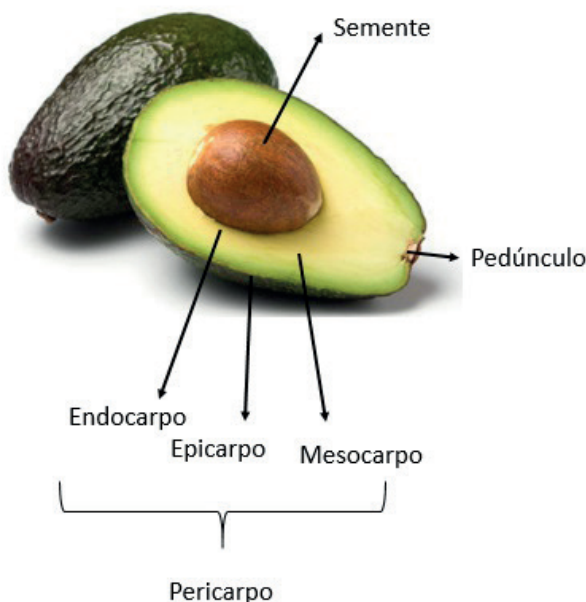


Fonte: adaptado de Judd et al. (2009, p. 66).

A formação do fruto é proveniente do processo de polinização que, após a fecundação da flor, se degenera, e a única parte que permanecerá é o ovário, que se tornará o fruto.

As partes morfológicas de um fruto são o pericarpo e a semente; em uma análise básica podemos distinguir três camadas em um fruto: a mais externa é chamada de **epicarpo**, o **mesocarpo** é formado pela parede do ovário (parte comestível) e o **endocarpo** reveste a cavidade do fruto. A haste de suporte do fruto (pedúnculo) é remanescente do estilete e estigma. Apesar da morfologia característica dos frutos, eles podem ser classificados em três formas: simples (desenvolvem-se a partir de um único carpelo ou de vários (dois ou mais) carpelos unidos), agregado (formados a partir de vários carpelos separados de uma única flor, chamado gineceu apocárpico. Os carpelos individuais ou ovários maduros são conhecidos como frutículos. Exemplos: morango, framboesa, fruta-do-conde.) e múltiplo (derivados de uma inflorescência, isto é, a partir de ovários fundidos de várias flores. Exemplos: figo, abacaxi.). Na Figura 1.17, observe as estruturas morfológicas do fruto.

Figura 1.17 | Morfologia do fruto

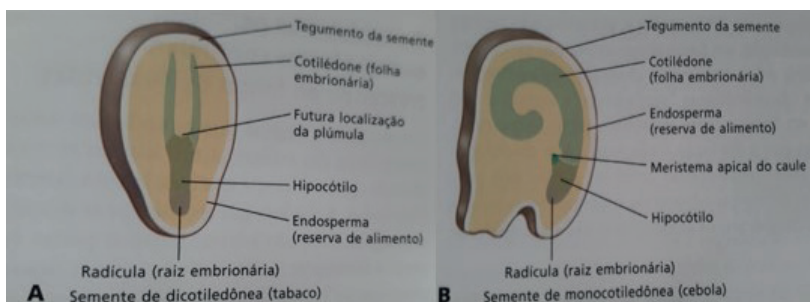


Fonte: adaptado de iStock.

As sementes demonstram a capacidade de evolução das plantas que, com esse progresso, deixam a dependência de esporos. Nem todos os grupos de plantas apresentam sementes, no entanto, falaremos desta particularidade na próxima seção.

A morfologia das sementes dicotiledôneas é composta por: **tegumento**, que constitui a camada externa; **cotilédone**; **hipocótilo**, importante estrutura de transição, tem a função de deslocar o cotilédone para fora da semente; **endosperma**, que tem função de reserva de alimento; **radícula**, desta estrutura surgirá a raiz. Já em sementes de monocotiledônea são compostas por: tegumento, cotilédone; endosperma; meristema apical do caule; hipocótilo e radícula. Na Figura 1.18 você poderá observar cada uma destas estruturas.

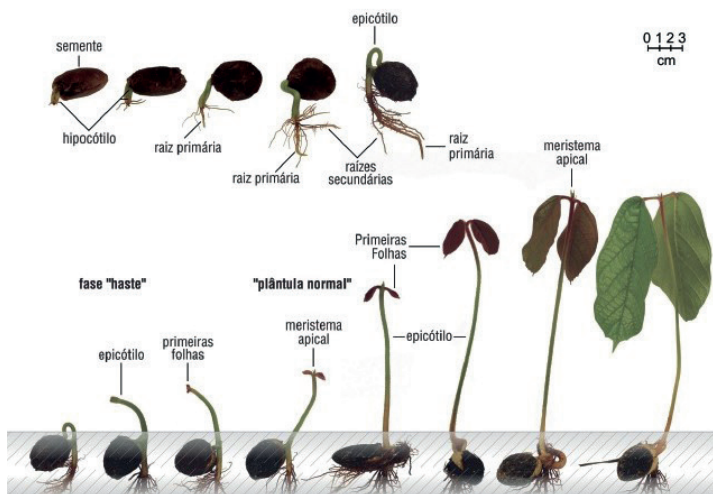
Figura 1.18 | Morfologia da semente (a) dicotiledônea (b) monocotiledônea



Fonte: Nabors (2012, p. 65).

O ciclo de desenvolvimento das sementes até a formação da planta completa passa por algumas fases e estruturas como a plúmula (percussora do epicótilo que ficará acima do cotilédone, formando o caule), surgindo e se projetando em direção apical, e a radícula, que se desenvolve e se direciona para região subterrânea. A Figura 1.19 demonstra essa evolução no desenvolvimento de uma plântula, que é a nomenclatura usada para definir o desenvolvimento do embrião até o surgimento das folhas iniciais.

Figura 1.19 | Morfologia da plântula (processo germinativo)



Fonte: <<http://www.scielo.br/img/revistas/rbf/v34n3/a33fig01.jpg>>. Acesso em: 29 mar. 2018.



Pesquise mais

Para ampliar sua compreensão das características morfológicas de frutos e sementes leia o artigo *Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de Pseudima frutescens*.

Disponível em: <<https://alsafi.ead.unesp.br/bitstream/handle/11449/20309/S0101-31222008000200018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

Sem medo de errar

Nossa jornada pelo mundo da morfologia vegetal até o momento te levou a compreender a formação das raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes e como cada estrutura é fundamental na sobrevivência da planta.

As raízes evoluem do sistema axial subterrâneo, e apesar de sua grande diversidade de raízes, suas funções principais são de absorção e fixação.

Já o sistema caulinar, um pouco mais elaborado morfologicamente que as raízes, comporta os caules, folhas, flores e frutos, destacando

a porção aérea da planta, com as funções primordiais de suporte e condução. As folhas estão no sistema caulinar e tem como papel prioritário a absorção de luz e, assim, possibilitar o processo de fotossíntese. As flores marcam a característica do grupo das angiospermas; já os frutos são característicos do processo de reprodução. Por fim, as sementes são a parte da planta que garante a perpetuação da espécie. Depois de todos esses conceitos, você está pronto para seguir com seu trabalho o Banco de Sementes.

Como o trabalho de levantamento de uma área propícia a agricultura se mostrou amplo, e as dúvidas do produtor foram crescendo, você logo se propôs a ajudá-lo a compreender toda a extensão do trabalho.

O produtor lhe questionou quais as diferenças entre raízes e caules. E quais as características devem ser levadas em consideração para efetuar uma diferenciação entre estas estruturas?

Você explica ao produtor que a sobrevivência das plantas depende de alguns fatores primordiais, e a raiz pode ser considerada um deles. Em seu processo de evolução, tem como principais funções a fixação da planta em seu substrato e a absorção. Além disso, as raízes também atuam como reserva de alimentos. Temos as raízes primárias, chamadas de raízes pivotante, com o crescimento em direção ao subterrâneo, podendo surgir de raízes laterais, que constituem um sistema radicular pivotante. Esse sistema é constituído de raízes primárias muito desenvolvidas, e as ramificações laterais, características importantes em uma futura plantação, uma vez que o tipo de raiz ajuda a identificar as plantas que podem ser prejudiciais, bem como otimizar a remoção das espécies indesejadas. Já para espécies com sistema radicular fasciculado, proveniente de plantas monocotiledôneas, as raízes primárias permanecem por pouco tempo, originando um sistema radicular de raízes adventícias.

Já a formação de caules, chamada de sistema caulinar, comporta os caules, folhas, flores e frutos, destacando a porção aérea da planta, tendo origem no embrião da planta, com a formação de uma plúmula, possui as funções primordiais de suporte e condução. E ainda é composta por uma complexidade mais abrangente que a formação das raízes, possuindo nós e entrenós, com uma ou mais folhas ligadas a cada nó.

Com a diversidade das plantas, podemos observar diferentes tipos de caules de formas aéreas e subterrâneas. Também são caracterizados em herbáceos (ervas), sublenhosos (arbustos) e lenhosos (árvores grandes), essas diferenças refletem as diversas linhas evolutivas dos quatro grupos de plantas.

Na evolução das plantas o sistema axial que formava o eixo apical e subterrâneo deu origem às raízes e aos caules. Mas no decorrer das necessidades das plantas em se adaptar aos diversos ambientes, diferenças marcantes surgiram nestas estruturas, começando pela função que cada uma desempenha. Para atuar corretamente nestas funções as estruturas morfológicas se modificaram, mas a intrínseca relação entre eles permanece, possibilitando a contínua comunicação na planta.

Depois de todas as explicações o produtor percebeu o quanto o trabalho de identificação que a equipe vem fazendo é minucioso e relevante para o sucesso da sua plantação.

Avançando na prática

Caules e raízes próprios para alimentação

Descrição da situação-problema

Você trabalha com produtores de batata-inglesa, que mundialmente está entre as culturas mais prósperas, atrás do milho, arroz, trigo e cana-de-açúcar. As batatas-inglesas (*Solanum tuberosum*) são do grupo de angiospermas, portanto, possuem algumas estruturas morfológicas características deste grupo como flores. Sua estrutura requer um pouco de cuidado na classificação, e sua parte comestível se desenvolve no subterrâneo. Seus caules possuem particularidades.

O sistema radicular, responsável por formar as raízes, sofre algumas variações de acordo com a espécie de planta, e os caules são estruturas morfológicas compostas de nó (local onde ocorre a ligação da folha ao caule), entrenós (espaço entre duas folhas) e gemas (surge no nó e pode desenvolver um ramo lateral ou uma flor). Muitas espécies de plantas comestíveis apresentam caules bem diversificados, pois não se parecem com a estrutura caulinar típica.

Em uma visita de prestação de serviços a uma pequena propriedade agrícola, que tem um cultivo de batata-inglesa para subsistência,

you perceive that the employee responsible for the planting had been replaced. And the owner told you a drop in the productivity of the potatoes. Before initiating actions of soil analysis, you decided to conduct an interview with the new employee, and noticed that he did not know well about the planting of the English potato, because he had only worked with the sweet potato (*Ipomoea Batatas*). For the planting of the English potato the employee was removing the "eyes" from these.

What are the morphological differences between the sweet potato and the English potato? These characteristics can be relevant in a planting? Morphologically what are the "eyes" of the English potato?

Resolução da situação-problema

You must explain to the employee responsible for the planting of the English potatoes the differences between the cultures and what each morphological structure represents for the plant, starting from the cauline system, formed by the node, the internodes and the tubers. The English potato is a typical example of a vegetable that causes some confusion in its identification, since the "eyes" of the potato are in fact tubers, characterizing the structure as a stem. Besides this, it is a tuber that develops underground and accumulates nutrients, being propitious for feeding. As for the sweet potato, it is the part that propitiates feeding to the roots, which are tubers. With these explanations you must orient the employee not to remove the tubers from the English potato, since they are related to the development of the branches and flowers, considered vegetative buds. Therefore, the differences between the morphological structures are important indicators of classification of the vegetable, and how it will develop.

Faça valer a pena

1. For all roots, the formation of a calyptra occurs, which will perform the role of protector of the embryonic tissue, producing a mucilage that will help in the penetration of the soil. After the calyptra in the upper part, we have the zone of elongation, and above it the piliferous zone. In this part, the formation of the root hairs occurs, and as the growth of this structure progresses, lateral roots will arise, and as with its formation in the mother root, they are considered endogenous. Even with all aspects in common that the roots possess, there are marked differences between them, and with this some types of roots arise.

Relacione o tipo de raiz com sua característica.

1. Raízes tuberosas.
2. Raízes tabulares.
3. Raízes escoras.
4. Raízes pneumatóforos.

() Auxiliam a sustentação.

() Armazenam amido.

() Raízes de plantas que crescem em áreas inundadas.

() Aparecem em plantas lenhosas como suporte.

- a) 2-1-3-4.
- b) 1-3-2-4.
- c) 4-3-2-1.
- d) 3-2-1-4.
- e) 3-1-4-2.

2. As folhas estão inseridas no processo fotossintético das plantas, pois comportam estruturas celulares que captarão a luz, e a partir desse processo ocorrerá a fotossíntese, que tem ainda como função proteger as gemas, armazenar alimento, bem como agir na absorção de nutrientes. As folhas são órgãos laminares, fato que aumenta a absorção de luz, vitais para trocas gasosas e transpiração celular. Outro aspecto que merece destaque é a diversidade de formas e cores, refletindo mais uma vez a adaptação voltada a evolução. Analise qual a relação entre caules e folhas.

Assinale a alternativa correta.

- a) O sistema caulinar comporta os caules, folhas e sistema reprodutivo, os caules possuem nós e entrenós, tendo uma ou mais folhas ligadas a cada nó.
- b) O sistema caulinar comporta os caules, mas não as folhas; os caules possuem nós e entrenós, tendo uma ou mais raiz ligada a cada nó.
- c) O sistema caulinar comporta os caules e as raízes; os caules possuem nós e entrenós, tendo uma ou mais folhas ligadas a cada nó.
- d) O sistema caulinar comporta os caules, que possuem nós e entrenós, tendo uma ou mais flores ligadas a cada nó.
- e) O sistema caulinar comporta os caules e as frutas; os caules possuem nós e entrenós, tendo uma ou mais frutas ligadas a cada nó.

3. Os muitos habitats possibilitaram as diversas modificações morfológicas nas plantas, e uma característica importante são as flores, tornando a reprodução menos dependente de esporos. No entanto, para esse processo reprodutivo ser bem-sucedido, algumas estruturas surgem neste contexto como por exemplo a constituição morfológica das flores, como o ovário, e na diversidade de flores, o ovário marca uma destas diferenças. Com relação a posição do ovário nas flores, marque F para falso e V para verdadeiro nas afirmações a seguir.

() A posição do ovário nas flores define três tipos: hipógina, em que o ovário está embaixo do receptáculo (ovário súpero), perígina, em que ocorre a fusão das sépalas, estames e das pétalas originando uma estrutura chamada hipanto, com o ovário fica dentro desta estrutura (ovário súpero), e epígina, em que o ovário está imerso no receptáculo (ovário ínfero).

() A posição do ovário nas flores define três tipos: hipógina, em que o ovário está em cima do receptáculo (ovário súpero), perígina, em que ocorre a fusão das sépalas, estames e das pétalas originando uma estrutura chamada hipanto, com o ovário dentro desta estrutura (ovário súpero), e epígina, em que o ovário está imerso no receptáculo (ovário ínfero).

() A posição do ovário nas flores define três tipos: hipógina, em que o ovário está em cima do receptáculo (ovário súpero), em que perígina ocorre a fusão das sépalas, estames e das pétalas originando uma estrutura chamada hipanto, com o ovário ao lado desta estrutura (ovário súpero), e epígina, em que o ovário está imerso no receptáculo (ovário ínfero).

Assinale a alternativa correta.

- a) V – F – V.
- b) F – F – V.
- c) V – V – V.
- d) F – V – F.
- e) F – F – F.

Seção 1.3

Grupo de plantas e sua morfologia

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta última seção da primeira unidade você terá contato com cada um dos quatro grupos de plantas que estão presentes no cenário terrestre atual e saberá identificar cada grupo pelas suas particularidades morfológicas. E a partir deste fato conseguirá incluir espécies vegetais em seus grupos correspondentes.

Vamos iniciar pelas briófitas, que são consideradas a evolução das algas verdes, e na sequência, falaremos das pteridófitas, que desenvolveram a capacidade de vascularização. Seguiremos para as gimnospermas, que trazem a evolução com as sementes e finalizaremos com as angiospermas, que além das sementes, nos apresentam com as flores e frutos. Aproveite todas essas particularidades da seção para fazer um bom trabalho com a identificação, necessária no seu emprego no Banco de Sementes.

Seu trabalho no banco de sementes tem se mostrado desafiador, e a rotina tem envolvido várias frentes, em que os conhecimentos de morfologia vegetal se mostraram fundamentais, uma vez que um banco de sementes tem a função de manter um patrimônio diversificado de sementes, bem como abastecer as produções agrícolas.

Ao final do seu trabalho de identificação, notou-se que a espécie *Commelina* sp., popularmente conhecida como trapoeraba estava presente em várias amostras, podendo ocasionar competição com as espécies a serem utilizadas no local.

Durante sua análise, você observou que a trapoeraba possuía apenas um cotilédono na semente. Para observar o pólen, você utilizou um microscópio de luz e constatou que havia um sulco, definido como monoaperturado. Nas raízes notou um sistema radicular fasciculado, nas folhas nervação paralelas e no caule presença de bainha. Por fim, na análise das flores havia apenas três pétalas.

A partir desta definição, você precisou catalogar todas as características morfológicas desta planta. Mas depois de identificá-la,

qual a necessidade de inseri-la em um grupo? Será que a mesma se classifica como angiosperma, gimnosperma, briófitas ou pteridófitas? Como você poderá usar seus conhecimentos em morfologia vegetal para desvendar a qual grupo a trapoeraba está inserida?

O treinamento sugerido a você quando foi contratado no banco de sementes vem fazendo toda a diferença para a finalização deste trabalho. Agora, a elaboração de um catálogo ilustrativo dos órgãos externos de uma espécie vegetal de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, de interesse agrônomo, lhe possibilitará resgatar conceitos importantes com o restante da equipe, proporcionando a inclusão da trapoeraba em um dos grupos.

Desfrute desta seção e no final não deixe de elaborar o seu catálogo!

Não pode faltar

Caro aluno, iniciaremos a Seção 1.3 e, nesta parte do seu aprendizado, você poderá compreender e saber aplicar os conceitos da morfologia externa dos quatro grandes grupos (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas) de plantas representantes do Reino Plantae.

Em uma sequência de características evolutivas, começaremos relatando as particularidades morfológicas das briófitas, que foram um dos primeiros grupos a habitar o ambiente terrestres. Segundo registro fósseis, esses organismos poderiam estar a mais de 360 milhões de anos na Terra, mas dados de análises moleculares nos dizem que essa data poderia ser na verdade de 700 milhões de anos (NABORS, 2012).

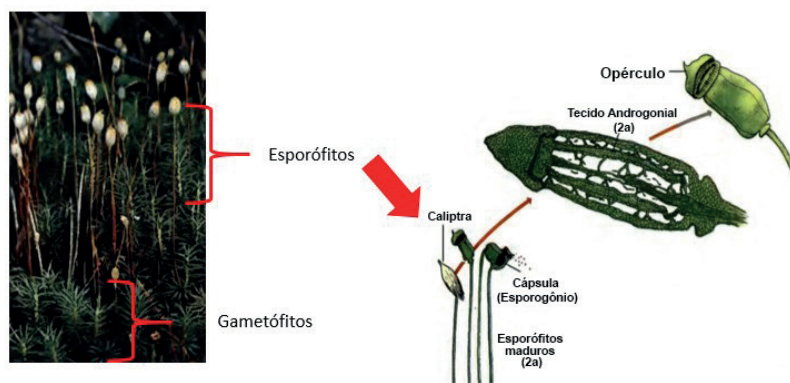
Neste livro falaremos das briófitas, classificadas em: hepáticas (Filo *Hepatophyta*; de acordo com a literatura estudada poderá ser nomeado como Filo *Marchantiophyta*), musgos (Filo *Bryophyta*) e antóceros (Filo *Anthocerotophyta*). São plantas que gostam de ambientes úmidos, mas também se adaptam ao clima seco como na tundra. Uma característica marcante das briófitas está relacionada a sua avascularidade, e essa particularidade marca a morfologia externa dos três filos que evoluíram das algas verdes e adquiriram peculiaridades próprias.

Como são plantas sem vascularização, isto é, não possuem um sistema de transporte de substâncias por meio do xilema e floema, condiciona que seu porte fique comprometido, as tornando

pequenas. São classificadas como plantas de raízes, caules e folhas falsas, pois essas características são de plantas vasculares. Mas se as briófitas não têm raízes, caules e folhas, o que são as estruturas que as compõem? Neste grupo de plantas, as estruturas que se assemelham às raízes, caules e folhas, têm origem nos gametófitos, responsáveis pela formação dos gametas que irão originar um novo indivíduo. Já nas briófitas, a fase de gametófitos tem a dominância, pois não depende do esporófito, para formar uma nova planta, e as raízes são na verdade rizoides, que têm função de fixação e não de absorção propriamente dita. A absorção nestas plantas ocorre em qualquer parte de seus órgãos, quando em contato com a água.

Como em muitas briófitas a extensão do corpo é uma sequência proveniente do gametófito, é muito comum ser chamado de talo. No desenvolvimento das briófitas, observa-se um protonema (primeiro filamento, muito comum em musgos), que darão origem a uma ou mais gemas, responsáveis pela formação do gametófito, que se apresentara de forma folhosa ou talosa. Em linhas gerais essas plantas terão gametófito com rizóide, caulóide, filóides e um esporófito com capsula, haste, opérculo, peristômio e esporos, exemplificado na Figura 1.20. A seguir, falaremos das particularidades de cada filo.

Figura 1.20 | Morfologia geral de uma briófitas



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 385-386).

Hepáticas (Filo *Hepatophyta*)

Possuem gametófitos mais horizontais e com aparência de

lamina, podendo ser talosos ou folhosos, em que se encontram os cloroplastos, caracterizando o a cor verde dessas estruturas.

O crescimento do talo segue em busca de luz, e se divide em dois seguimentos especificando um crescimento dicotômico. Já o desenvolvimento dos folhosos, ocorre a partir dos gametófitos com a formação de cauloides que apresentam em média três fileiras de filoides, proporcionando uma aparência de tapete. Outra particularidade dessas plantas é a presença de perianto, que consiste em uma bainha tubular que se forma em volta do esporófito em desenvolvimento.

Antóceros (Filo *Anthocerophyta*)

Neste filo a característica marcante está na parte dos esporófitos, que são conspícuos (com formato pontiagudo), e possuem crescimento horizontal ao gametófito que se apresenta em forma de lâmina e com as bordas onduladas.

Musgos (Filo *Bryophyta*)

O filo dos musgos é dividido em classes, sendo as principais:

1. *Sphagnopsida*: chamado de musgo de turfeira, possui protonema laminar, suas folhas são espessas e podem apresentar gemas com meristemas apicais.
2. *Andreaeopsida*: chamada de musgos granito, esse tipo de musgo possui uma característica especial, sendo que o esporângio apresenta quatro aberturas longitudinais, devido às condições ambientais, principalmente em regiões secas. Dentro dessa classe, temos o gênero *Andreaebryum* (único), que cresce em rochas calcárias.
3. *Bryopsida*: as principais características desta classe consistem em destacar os protonemas com filamentos ramificados, os gametófitos são folhosos, e tem origem a partir de pequenas estruturas que se parecem com as gemas no protonema. Pode ser encontrado também um protonema persistente que assume, por vezes, estrutura fotossintetizante.

As briófitas apresentam estruturas simples e precedem, portanto, a chegada das pteridófitas. Apesar de estarem em grupos diferentes,

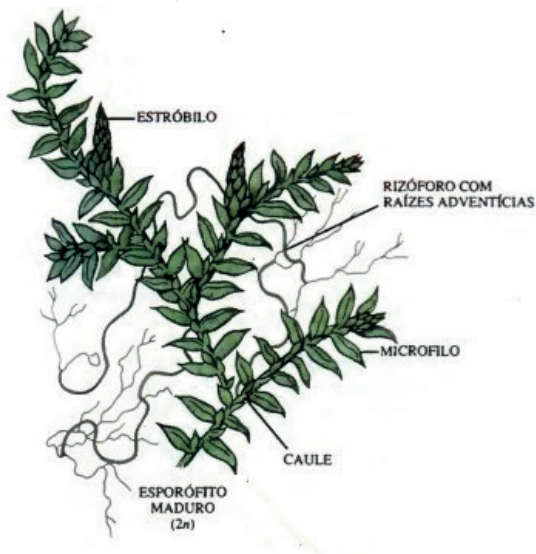
possuem características que são semelhantes, principalmente no ciclo de vida.

As pteridófitas também são chamadas de plantas vasculares sem sementes e, nesta seção, falaremos dos dois filios de maior representatividade: *Lycopodiophyta* e *Monilophyta*.

Em uma visão geral das características morfológicas das pteridófitas, são representadas por um sistema de condução composto por traqueídes, que são canais que, além de permitir a passagem de substâncias, apoiam os caules permitindo maior sustentação, o que possibilitou o crescimento vertical destas plantas. Suas raízes se apresentam de forma simples e o sistema caulinar dá suporte para formação das folhas (frondes), que podem ser microfilos (uma única nervura) e megafilos (nervuras complexas).

Os representantes do filo *Lycopodiophyta* são os licopódios, os quais apresentam estrutura morfológica em esporângios que a partir de um rizoma ramificado dará origem às raízes adventícias e aos ramos aéreos. Os microfilos podem se apresentar em forma espiralada, formando uma oposição de microfilos e ainda ocorrer a presença de gametófito e estróbilo, como demonstra a Figura 1.21.

Figura 1.21 | Filo *Lycopodiophyta*, composto por estróbilo, rizóforo com raízes adventícias, microfilo, caule, esporófito maduro



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 406).



As pteridófitas são um grupo de plantas sem sementes, que tem um papel muito importante no equilíbrio de um bioma.

Você sabia que a pteridófito *Pteris vittata*, a partir de suas raízes, absorve o arsênico (metalóide em toxicidade comprovada) de regiões contaminadas e transportam para as frondes? Esse elemento químico ficará acumulado nestas folhas, que poderão ser podadas e o arsênico pode ser retirado da região.

Figura 1.22 | *Pteris vittata*



Fonte: <<https://goo.gl/F1E7jd>>. Acesso em: 8 abr. 2018.:

O filo *Monilophyta* é representado pelas samambaias e as cavalinhas, e a morfologia destes representantes pode sofrer variações. Esses grupos, outrora pertenceram a filos diferentes, porém diversas características, incluindo morfológicas, permitiu sua junção.

As samambaias possuem folhas com variação de tamanho; as raízes fibrosas e caules verdadeiros, bem como uma particularidade na formação dos esporângios irá definir algumas espécies, sendo que se apresentam como eusporângios (origem multicelular) e leptosporângios (origem a partir de uma célula). De acordo com a espécie de samambaia pode ocorrer variações dos esporângios, mas a estrutura morfológica geral consiste em rizoma, raízes adventícias, caule aéreo, folha megafilos e folhas jovens que podem ser chamadas de báculo. Na espécie *Polypodiopsida* os esporângios são chamados de soros e aparecem na superfície das folhas ou em pedicelos, como demonstrado na Figura 1.23.

Figura 1.23 | *Polypodium*



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 423).



Assimile

A transição do ambiente aquático para o ambiente terrestre possibilitou muitas adaptações nas plantas e, nas pteridófitas, a vascularização foi fator determinante para sua colonização em diversos habitats terrestres. Essa característica ocasionou a melhor distribuição de nutrientes na espécie e maior porte, além da ocupação de locais com características distintas.

Após a ascensão das plantas vasculares sem sementes aos diversos ambientes terrestres, um fato que marcou definitivamente a grande capacidade de expansão em direção a todos os habitats foi o surgimento das plantas com semente. Para começar a falar desta particularidade incrível, você conheceu as gimnospermas, que representam o primeiro grupo de plantas a desenvolver sementes. A morfologia das sementes permitiu proteção para o embrião e reserva nutricional, bem como maior alcance em sua dispersão em relação as plantas que se proliferam apenas por esporos. A palavra gimnosperma tem origem do grego *gymnos*, que significa nua, e *sperma*, semente.



Refleta

Pense no ambiente terrestre somente com briófitas e pteridófitas: como seria a paisagem atual? Relacione a capacidade evolutiva das plantas com o surgimento das sementes.

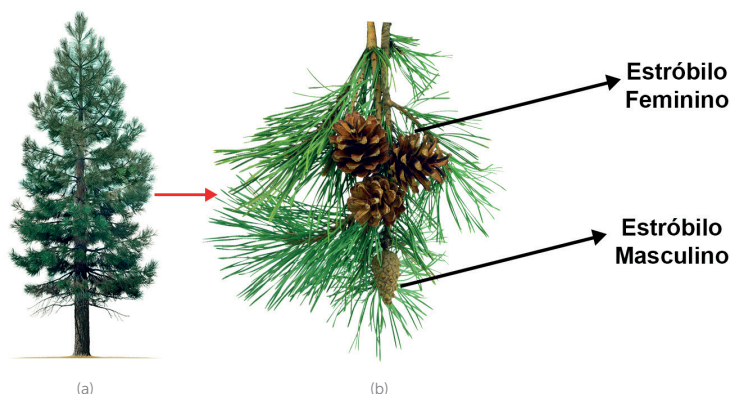
As características morfológicas gerais das gimnospermas são representadas por: estróbilos (cones), sendo que pode ocorrer a presença de estróbilos que produziram grãos de pólen e estróbilos produtores de sementes. Uma particularidade que deve ser observada com atenção é a capacidade de gimnospermas produzirem estróbilos que podem se parecer com frutos, mas as sementes de gimnospermas não possuem a estrutura fruto para protegê-las, portanto, apresentam-se expostas. Ainda falando nos estróbilos, ocorre a separação em femininos ou ovulados (que possuem uma estrutura formada por escama ovulífera que comporta os óvulos), que se encontram nas porções mais altas da planta, e estróbilos masculinos ou de pólen (comporta os microsporófilos, que abriga os microsporângios que contêm os microsporócitos), presente nas regiões mais baixas, estrategicamente proporcionando um tipo de polinização cruzada (monoicos). Mas os estróbilos podem estar em plantas separadas, sendo chamados de dioicos.

As folhas deste grupo de plantas sofrem variações de acordo com o filo, classificadas em simples, compostas e bilobada (exclusividade do *Ginkgo*). Os caules também sofrem modificações de acordo com o filo, variando entre estipes, arbusto e monopodial com crescimento excessivo, podendo chegar até a 100 m de altura (como as sequoias com idade de 3-4 mil anos.). Possuem

traqueídes que efetuam o transporte de xilema e ajudam na sustentação do caule.

Os gêneros presentes no Filo *Coniferophyta* possuem folhas com aparência de agulha chamadas de acículas, alocadas de modo espiralado e de forma individual no caule. Com o progresso de desenvolvimento da planta, as folhas sofrem modificações e são produzidas em feixes, com número determinado de acículas, sendo que esse feixe ou fascículo é encoberto por pequenas folhas (sistema caulinar), que ficam sem vascularização. Para a espécie *Pinus* ocorre a fecundação cruzada, com os estróbilos na mesma planta. A Figura 1.24 representa a morfologia externa da espécie *Pinus*.

Figura 1.24 | (a) *Pinus*; (b) folhas com formato de agulha, e estróbilo feminino e masculino



Fonte: (a) adaptado de iStock. (b) iStock. Acesso em 14 abr. 2018.

Outros exemplos de gênero deste filo são: abetos, lariços, píceas, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, ciprestes, juníperos.

Ainda, existem outros filios de gimnospermas atuais, sendo:

- **Filo *Cycadophyta*:** esse filo tem uma particularidade especial: seus espécimes são semelhantes às palmeiras. As plantas deste filo são dioicas, com estróbilos separados, os caules são recobertos pelas folhas, de aparência escamiformes dispostas espiraladas. Por vezes, o caule fica marcado na região da bainha quando a folha cai, sendo que a maioria delas, quando ativas, se concentram no ápice da planta, as raízes (pivotantes) se ramificam dicotomicamente bem perto da superfície.

- **Filo *Ginkgophyta*:** com apenas um representante, chamado *Ginkgo Biloba*, popularmente denominado árvore-avenca, possui as folhas em formação de leque, sendo bilobada, caducifólia (suas folhas caem no outono), com venação aberta, dicotomicamente ramificada e ramos curtos repletos de folhas. São plantas dioicas, produzem sementes com um envoltório carnoso, caracterizando um pseudofruto (falso fruto).
- **Filo *Gnetophyta*:** As plantas deste filo também são dioicas, tendo com particularidade a presença de elementos de vaso, além das traqueídes. Algumas espécies do gênero *Gnetum* apresentam árvores e trepadeiras, com folhas extensas. Já as *Ephedra* se apresentam como arbustos e com folhas pequenas e escamiformes.

O Quadro 1.1 demonstra as particularidades morfológicas de cada filo das gimnospermas.

Quadro 1.1 | Filos atuais de gimnospermas

Filo	Exemplo de Espécies	Tipo de elemento Traqueal	Tipo de folhas Produzidas	Particularidades
<i>Coniferophyta</i> (coníferas)	<i>Pinus, Picea, Tsuga</i>	Traqueídes	Aciculares ou escamiformes	Estróbilos ovulados e microsporangiaados na mesma planta; estróbilos ovulados compostos; acículas de <i>Pinus</i> em fascículos.
<i>Cicadophyta</i> (cicadófitas)	<i>Cycas e Zamia</i>	Traqueídes	Semelhantes às palmeiras	Estróbilos ovulados e simples e em plantas separadas.
<i>Ginkgophyta</i> (ginkgófitas)	<i>Ginkgo</i>	Traqueídes	Em forma de leque	Óvulos e microsporangios em plantas separadas; sementes com envoltório carnoso.
<i>Gnetophyta</i> (gnetófitas)	<i>Ephedra, Gnetum e Welwitschia</i>	Traqueídes e elementos de vaso	<i>Ephedra</i> : folhas escamiformes pequenas; <i>Gnetum</i> : folhas largas coriáceas e aos pares; <i>Welwitschia</i> : duas enormes folhas em forma de fitas.	Estróbilos ovulados e microsporangiaados compostos, crescendo em plantas separadas, exceto em algumas espécies de <i>Ephedra</i> ; apresenta características semelhantes às de coníferas e de angiospermas; folhas em pares opostos.

Fonte: adaptado de Evert e Eichhorn (2014, p. 456).

Posteriormente à ascensão das gimnospermas com suas sementes, nota-se – em consonância com a evolução das espécies vegetais – o surgimento de um novo grupo de plantas. Estamos falando das magníficas angiospermas, que dentre suas adaptações evolutivas, apresentam sistema de vascularização, sementes, flores e frutos.

Com grande diversidade de formas e cores, as angiospermas (*angeion* que significa vaso, e *sperma*, semente) são fundamentais para a alimentação, com um grande acervo de espécies de valor econômico e ambiental. Estão contidas no Filo *Anthophyta*, com pelo menos 300 mil espécies, perfazendo sua dominância dentre os vegetais, sendo classificado de acordo com a estrutura floral. Observe nas Figuras 1.25, 1.26 e 1.27 algumas das estruturas florais.

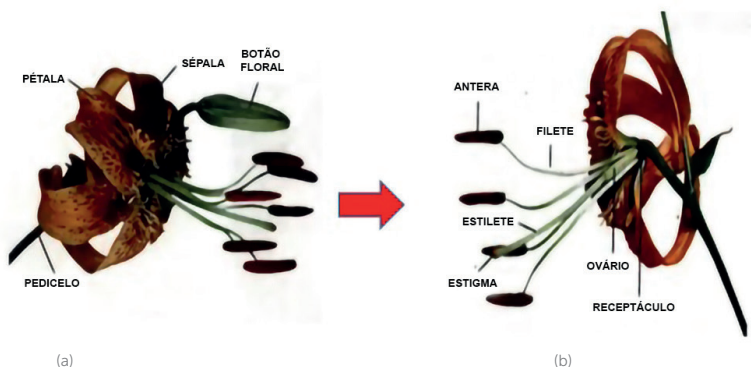
Figura 1.25 | Angiospermas monocotiledôneas



Legenda: (a) gramínea (arroz); (b) Flor bissexuada.
Fonte: (a) iStock. Acesso em: 14 abr. 2018. (b) Nabors (2012, p. 520.)

Observe que, na Figura 1.25(b) é apresentada a morfologia externa de uma flor bissexuada. Notam-se duas brácteas, denominadas glumas, que se abrem com a inflorescência, revelando mais duas brácteas (pállea e a lema), as quais também irão se abrir e revelar três estames e dois estigmas plumosos.

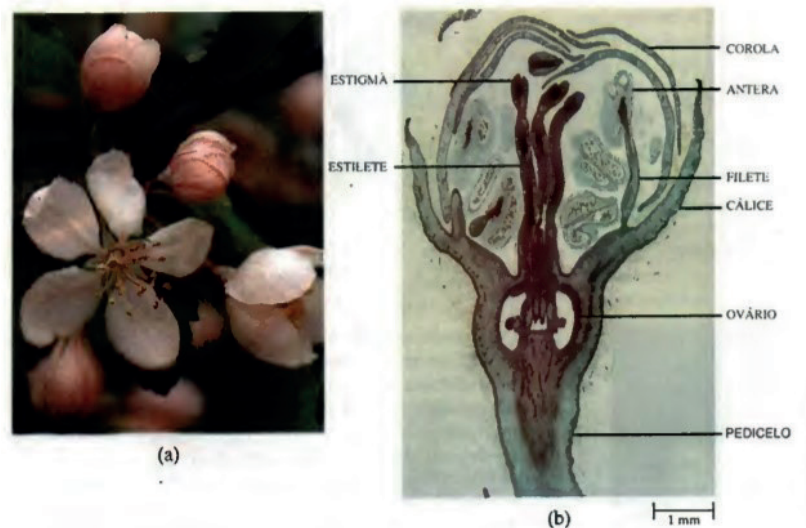
Figura 1.26 | Angiosperma monocotiledôneas



Legenda: (a) Estruturas gerais da flor de lírio; (b) Estruturas reprodutivas da flor de lírio.
Fonte: adaptada de Evert e Eichhorn (2014, p. 461).

Na Figura 1.26(a), podemos ver as estruturas gerais do lírio, com destaque para: pétala, sépata, botão floral e pedicelo, enquanto que em (b) temos suas estruturas reprodutivas, que foram retirados duas sépalas e dois estames, para demonstrar o ovário. Estruturas em destaque: antera, filete, estilete, estigma, ovário, receptáculo.

Figura 1.27 | Angiosperma eudicotiledôneas



Legenda: (a) Flores de macieira. (b) Sêpalas, estilete, corola, filete, antera, filete, cálice, ovário e pedicelo.
Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 464).

Para representar as características do filo, divide-se em duas classes: as **monocotiledôneas** (apenas um cotilédone e pólen monoaperturados, isto é, apenas um poro ou sulco) e as **eudicotiledôneas** (dicotiledôneas e pólen triaperfurdo, isto é, com três poros ou sulcos).

Na maioria das espécies de angiospermas os gametas (masculino e feminino) estão na mesma estrutura (flor bissexuada), chamadas de flores monóclinas, onde os estames irão produzir micrósporos com microgametófitos e os carpelos darão origem a megagametófitos. Já as plantas monóicas possuem estames e carpelos separados (são díclinas).

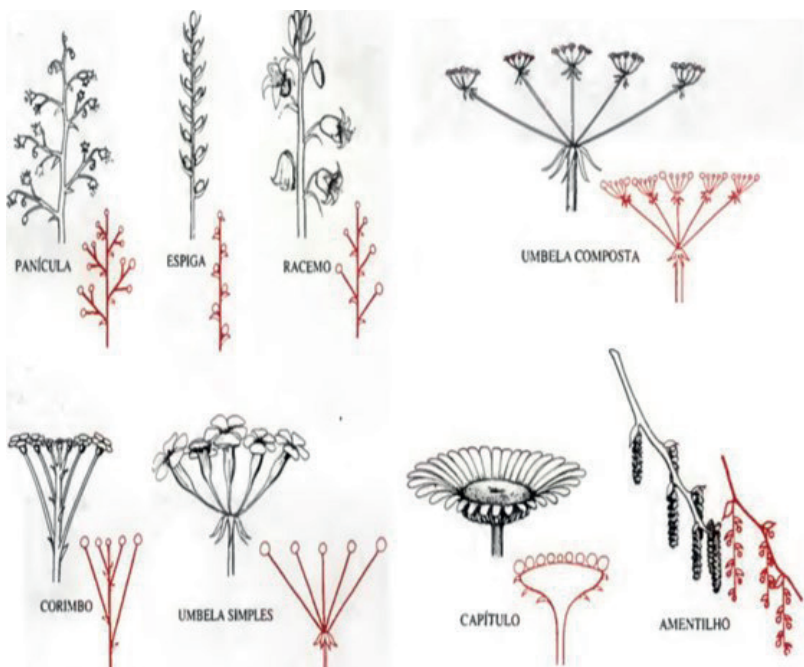
As monocotiledôneas são representadas por: gramíneas, lírios, íris, taboas, palmeiras, arroz, bananeiras, entre outras. Já as eudicotiledôneas são representadas por árvores, arbustos e diversas ervas. As raízes são provenientes do embrião confinado na semente e saem do solo, com formação de raiz primária, esse aspecto é válido para monocotiledôneas e eudicotiledôneas, no entanto, no desenvolvimento da planta as raízes de monocotiledôneas terão um sistema radicular fasciculado e as eudicotiledôneas pivotante.

Com relação às demais características das monocotiledôneas, as folhas se apresentam com nervação paralelas, presença de bainha, flores com três partes (por exemplo, a trapoereba, com três pétalas) e, na maioria das vezes, polinizadas pela ação do vento (síndrome de polinização denominada anemofilia).

As eudicotiledôneas possuem folhas não lineares, nervuras reticuladas e ausência de bainhas. As partes florais são múltiplas e as flores coloridas e aromáticas, propícias a atração de agentes polinizadores, como pássaros, insetos entre outros.

Uma das particularidades das angiospermas está relacionada ao agrupamento das flores, formando uma inflorescência. As estruturas associadas à inflorescência são: pedúnculo (eixo da inflorescência), pedicelo (eixo de uma flor individual da inflorescência) e receptáculo (eixo onde as partes da flor se encaixam). Observe na Figura 1.28 os tipos de inflorescência (panícula, espiga, racemo, corimbo, umbela simples, umbela composta, capítulo e amentilho.)

Figura 1.28 | Tipos de inflorescência



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 461).

Como falamos na Seção 1.2, a formação das flores é composta por quatro verticilos (sépalas, pétalas, estames e carpelos), caracterizando uma planta completa. A ausência de uma dessas estruturas, como ocorre em algumas espécies, ocasiona uma planta incompleta. A posição das partes da flor também é um fator que pode ajudar em sua identificação. Por exemplo, existem flores que ficam sobre o receptáculo em forma espiral. Outro ponto relevante é a posição do ovário. Como visto na Seção 1.2, a posição do ovário pode definir uma flor hipógina, perígina e epígina.

As angiospermas possuem ampla variedade nas flores, frutos e sementes. No Quadro 1.2, você poderá analisar algumas dessas diferenças.

Quadro 1.2 | Características de monocotiledôneas e dicotiledôneas

Características	Monocotiledôneas	Dicotiledôneas (eudicotiledôneas)
Partes florais	3 elementos (em geral).	4 ou 5 elementos (em geral).
Pólen	Monoaperturados (com um poro ou sulco).	Triaperturados (com três poros ou sulcos).
Cotilédones	Um	Dois
Venação foliar	Frequentemente paralela.	Frequentemente reticulada.

Fonte: adaptado de Evert e Eichhorn (2014, p. 460).

Sua diversidade de cores e formas, tem como finalidade a atração de agentes polinizadores, que se beneficiam com alimento e proporcionam dispersão e polinização, ao transportarem o pólen de uma flor para outra, permitindo a fecundação e reprodução da planta. Um exemplo interessante são as abelhas, que efetuam esse processo de polinização de forma muito eficiente. Você já pensou como são raras as abelhas nos dias de hoje? A ausência de abelhas para determinadas culturas é extremamente prejudicial, e isso tem ocorrido por consequência da poluição e o uso exagerado de pesticidas. A contaminação do pólen, tem sido prejudicial as colmeias, levando-as a um número muito reduzido.

Como você estudou no decorrer desta seção, os quatro grupos de plantas que compõem o cenário vegetal atual possuem a presença de alguns aspectos morfológicos semelhantes (esporófitos, gametófitos, sistema vascular, sementes, entre outros) mas muitas diferenças morfológicas, e essas caraterísticas permitem sua sobrevivência.

Na próxima seção estudaremos um pouco mais dos quatro grupos, destacando o ciclo de vida de cada um.



Pesquise mais

Para entender um pouco melhor sobre o desaparecimento das abelhas e os impactos desta situação para agricultura, leia o artigo "Por que

o desaparecimento das abelhas seria uma catástrofe – e o que você pode fazer para evitar isso” publicado pela BBC.

Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/geral-40220606>>.
Acesso em: 15 abr. 2018.

Sem medo de errar

A evolução dos quatro grupos de plantas, permitiu a diversidade do reino *Plantae* e, com isso, percebemos que em uma mesma região de floresta podemos encontrar mais de um grupo de plantas estabelecido. Por vezes, isso pode ser um fator de desvantagens para alguns vegetais, caso ocorra competição pelos recursos.

O desafio do trabalho no Banco de Sementes se mostrou muito produtivo, e você, juntamente com a equipe, estão no final do trabalho de identificação, em que notou que a espécie *Commelina sp.*, popularmente conhecida como trapoeraba, estava presente em várias amostras, podendo ocasionar competição com as espécies a serem utilizadas no local. Logo você percebeu que deveria analisar as estruturas para identificar a planta e, assim, demonstrar a necessidade de inseri-la em um grupo, facilitando o seu manejo.

E a partir da definição da planta com maior relevância no local, você precisou catalogar todas as características, para se certificar que ela realmente seria competidora em uma futura cultura. Ao analisar as estruturas morfológicas da planta, você logo percebeu que se tratava de uma monocotiledônea, pois com auxílio de um microscópio estereoscópio, você identificou apenas um cotilédone na semente. Para observar o pólen, utilizou-se um microscópio de luz, e constatou que havia um sulco, definido como monoaperturados. Nas raízes nota-se um sistema radicular fasciculado, nas folhas nervação paralelas e no caule presença de bainha; por fim, na análise das flores havia apenas três pétalas. Essas características morfológicas te permitiram incluir a *Commelina sp.*, no grupo das angiospermas monocotiledôneas.

A necessidade de identificação da planta e inserção em um dos grupos nos permite saber suas características morfológicas, anatômicas, fisiológicas e comportamentais, isto é, seu desenvolvimento e periodicidade de inflorescências e proliferação.

Sabendo prever qual seu desempenho e necessidades, e neste caso, a partir da classificação, saber que essa planta tem comportamento de competição, necessita de muita água e, com isso, irá absorver muito mais os nutrientes do solo, deixando a futura cultura da área em desvantagem.

Agora, que você percebeu como é fundamental saber todos as estruturas morfológicas das plantas, comece logo a elaboração de um catálogo ilustrativo dos órgãos externos de uma espécie vegetal de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, de interesse agrônomo, que deverá ser entregue ao professor.

Avançando na prática

O pólen

Descrição da situação-problema

Uma das características mais marcantes e adaptativas das angiospermas é a presença das flores, com cores e formas variadas, exalam odores dos mais diversos. A estrutura de uma flor é composta por muitas partes e cada parte possui sua função; o grão de pólen, por exemplo, é uma proteção para o gametófito, para que ele chegue intacto até o estigma, permitindo a reprodução do vegetal.

A plantação de algodão do sr. João vem sofrendo queda considerável nos últimos anos, mesmo com o aumento do uso de defensivos agrícolas. E um fato curioso é a falta de agentes polinizadores, como insetos. Você foi contratado pelo sr. João para analisar a plantação e buscar uma resposta para o problema. Qual a relação entre o pólen e a baixa produção do algodão?

Resolução da situação-problema

O algodão é uma angiosperma que possui flor (com produção de pólen), e o transporte do pólen muitas vezes ocorre por agentes que efetuam a polinização, como as abelhas e muitos outros insetos. A abelha tem uma grande relevância para o algodão. Sem esse meio de polinização, as plantas não efetuam sua reprodução de forma contínua, e isto está relacionado com a queda na produção. Você constata a falta de abelhas e demais insetos polinizadores na região e relaciona o fato com a falta de reprodução da planta. Relata ao sr. João que pesquisas recentes têm associado os pesticidas ao

sumiço das abelhas, pois o produto químico contamina o pólen e isso reflete na mortandade das abelhas.

Faça valer a pena

1. Como são plantas sem vascularização, isto é, não possuem um sistema de transporte de substâncias por meio do xilema e floema, condiciona que seu porte fique comprometido, as tornando pequenas. São classificadas como plantas de raízes, caules e folhas falsas, pois essas características são de plantas vasculares.

Assinale a alternativa que define o a qual grupo de plantas o texto base se refere.

- a) Petridófitas.
- b) Briófitas.
- c) Angiospermas.
- d) Gimnospermas.
- e) Monocotiledôneas.

2. As pteridófitas e gimnosperma estão entre dois grupos de plantas na escala evolutiva, sendo as briófitas sem vascularização, sem sementes, sem flores, sem frutos, porém com características simplistas, mas que não impedem seu desenvolvimento e ocupação de variados habitats. E no outro extremo da evolução temos as angiospermas com todas as estruturas adaptativas, vascularização, sementes, flores e frutos, com formas e cores diversas.

Analise as afirmações a abaixo referente às pteridófitas e gimnospermas:

- I. As características morfológicas gerais das gimnospermas são representadas por: estróbilos (cones), sendo que pode ocorrer a presença de estróbilos que produziram grãos de pólen, e estróbilos produtores de sementes.
- II. O filo *Monilophyta* das pteridófitas, é representado pelos licopódios e as cavalinhas, a morfologia externa destes representantes pode sofrer variações.
- III. Em uma visão geral das características morfológicas das pteridófitas, dizemos que elas são vascularizadas, representados por um sistema de condução composto por traqueídes, que são canais, que além de permitir a passagem de substâncias, apoiam os caules e permite uma

maior sustentação. Esse sistema possibilitou o crescimento vertical dessas plantas.

- IV. As folhas de gimnospermas sofreram variações de acordo com o filo, podendo ser simples, compostas e bilobada. Já os caules também sofre modificações de acordo com o filo, entre estipes, arbusto e monopodial com crescimento excessivo, podendo chegar até a 100 m de altura, como o *Ginkgo* com idade de 3-4 mil anos.

Assinale a alternativa correta.

- a) Estão corretas I e II.
- b) Estão corretas II e III.
- c) Estão corretas III e IV.
- d) Estão corretas I e III.
- e) Estão corretas II e IV.

3. Após a ascensão das gimnospermas com suas sementes, temos a vez de mais um grupo de plantas, mostrar suas adaptações evolutivas e dominar todo o planeta. Estamos falando das magníficas angiospermas, que possuem sistema de vascularização, sementes, flores e frutos. Com grande diversidade de formas e cores, as angiospermas (*angeion*, que significa vaso, e *sperma*, semente) são fundamentais para alimentação, com um grande acervo de espécies de valor econômico e ambiental.

Nesse contexto, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. Estão contidas no Filo Anthophyta com pelo menos 300 mil espécies, confirmando a dominância de organismos do mundo vegetal, sendo classificado de acordo com a estrutura floral.

Porque

- II. As estruturas que compõem uma flor são padronizadas, e a partir da contagem de todas essas estruturas – que nunca sofrem variação –, podemos definir as angiospermas em duas classes as monocotiledôneas e eudicotiledôneas.

Acerca dessas asserções, assinale a opção correta.

- a) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.

- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- c) Asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Referências

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal**. 2. ed. São Paulo: Instituto Platarum de Estudos da Flora, 2011.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática vegetal um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

MARGULIS, L. **Simbiose na evolução celular**. Nova Iorque: WH Freeman, 1981.

NABORS, M. W. **Introdução a Botânica**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2012.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

REECE, J. B. et al. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Grupo das plantas e sistemática vegetal

Convite ao estudo

Caro aluno, até aqui você pôde aprender como ocorreu o surgimento das plantas e como elas foram capazes de evoluir morfológicamente e de se adaptar a diversos ambientes. Você pôde também relacionar o fator evolução com as partes: raízes, caule, folhas, flores, frutos e sementes. Após o detalhamento de cada parte de uma planta, você foi exposto a um panorama dos quatro grupos de plantas: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

Agora iniciaremos a Unidade 2 da disciplina Morfologia e Sistemática Vegetal, através da qual você poderá se aprofundar na morfologia reprodutiva de cada um dos grupos de vegetais e perceber as diferenças e semelhanças entre eles, voltando esses aspectos para a caracterização de cada espécie. Começaremos relatando características reprodutivas e gerais dos quatro grupos, depois iniciaremos nossos estudos sobre a taxonomia vegetal e finalizaremos a unidade falando de sistemática e cladística. Todas essas informações são muito relevantes para a identificação das principais características dos grupos vegetais, o que o auxiliará a utilizar corretamente os conhecimentos de sistemática vegetal.

Nota-se que a agricultura é uma das bases da economia brasileira e, dessa forma, os conhecimentos relacionados às espécies vegetais são de suma importância.

Para iniciarmos, vamos adentrar no seguinte contexto profissional: imagine que você foi contratado como agrônomo por uma Cooperativa Agroindustrial de escala regional, que possui aproximadamente 500 cooperados, perfazendo 22 municípios de sua região.

Uma vez que a Cooperativa auxilia em toda a cadeia produtiva, você atuará na assistência técnica do plantio, no acompanhamento da safra e na destinação final do produto para exportação.

Inicialmente você auxiliará os produtores que relataram o aparecimento de ervas daninhas em suas áreas de plantação de mandioca e não sabem explicar o motivo disso. Em um segundo momento, você deverá explicar a importância da identificação, nomenclatura e classificação das plantas, uma vez que se nota a confusão que as diversas nomenclaturas populares ocasionam nos agricultores de diferentes locais.

Por fim, será realizado um treinamento em que você deverá explicar a importância dos conceitos da Sistemática Vegetal na identificação das ervas daninhas, devido à sua importância para controle de populações. Lembre-se de que você deverá apresentar um relatório final para o presidente da cooperativa referente às suas atividades.

Nesse âmbito, surgem os seguintes questionamentos: por que é necessário o conhecimento das características reprodutivas das plantas? Como pode ocorrer a reprodução assexuada e sexuada nas plantas? Como as plantas vasculares sem flores conseguem efetuar a reprodução sexuada, com dispersão de esporos? Qual a importância do nome científico das plantas?

Para conseguir auxiliar os agricultores de forma efetiva, é necessário o domínio das características reprodutivas dos grupos vegetais e dos conceitos relacionados à nomenclatura botânica. Vamos, então, conhecer mais sobre a morfologia e a sistemática vegetal.

Bons estudos!

Seção 2.1

Características reprodutivas e gerais das plantas

Diálogo aberto

As espécies vegetais possuem amplo cunho econômico no Brasil, sendo uma das principais atividades em nossas terras. Relembre o nosso contexto, onde você trabalha como agrônomo em uma cooperativa.

Um dos agricultores relatou a presença de “picão-preto” na sua lavoura de mandioca, sendo que o mesmo problema também acomete outros produtores rurais. Visto que o Brasil é o segundo maior produtor de mandioca do mundo, torna-se imprescindível o conhecimento das pragas da cultura.

Sobre os tratos culturais, o agricultor informa que ele é realizado manualmente e não ocorre rotatividade de culturas, sendo o solo revolvido anteriormente ao plantio, uma vez que solos compactados dificultam o crescimento das raízes.

Analisando em visita *in situ*, verifica-se que se trata da *Bidens pilosa* L., planta invasora muito comum nesse tipo de plantio. E sabendo que a mandioca ainda se apresenta com desenvolvimento lento na fase inicial de crescimento, deixando o solo desprotegido por um tempo, pode ocorrer a invasão do solo por plantas invasoras. E neste contexto os produtores lhe questionam: qual o risco da presença de uma planta como *B. pilosa* para suas plantações? E por que ela surgiu se ele não plantou ou não viu sua presença nas proximidades?

Não se preocupe, nessa seção vamos estudar os conceitos necessários para sanar tais questionamentos. Não se esqueça de classificar o processo reprodutivo e características gerais dessa planta, pois estes itens deverão constar no seu relatório técnico, que será entregue ao final, para o presidente da cooperativa.

Você tem muito trabalho pela frente, então, mãos à obra!

Não pode faltar

Vamos dar continuidade à descrição morfológica dos quatro grupos de plantas, mas agora com maior atenção ao ciclo de vida, destacando a morfologia das partes vegetais envolvidas no processo de reprodução das briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

As plantas, no decorrer do processo evolutivo, desenvolveram estratégias para otimizar seu processo de reprodução como, por exemplo, o surgimento das flores nas angiospermas, priorizando e auxiliando a reprodução sexuada do grupo, apesar de algumas espécies apresentarem reprodução assexuada. Mas antes de iniciar as particularidades de cada grupo, deve-se entender que muitas plantas, passam por alternância de gerações (meiose e fecundação), isto é, ocorrem nas plantas duas fases com diferença no número de gametas, sendo uma haploide (gametófito) e outra diploide (esporófito).

O ciclo reprodutivo se reflete na formação de outro indivíduo a partir de um progenitor, e esse ciclo pode ser sexuada ou assexuada, sendo que, na mesma planta, podem ocorrer as duas formas, como na violeta (*Viola spp*) e no dente-de-leão (*Taraxacum officinale*).

A reprodução assexuada pode ser considerada menos complexa que a reprodução sexuada. Ela envolve diversas partes da planta, como caules, raízes e folhas. Um exemplo deste tipo de reprodução é o brotamento, no qual os brotos surgem da raiz e, ao se desprenderem, originam um novo indivíduo, idêntico ao progenitor. A vantagem desse tipo de reprodução é que, se uma planta adaptada ao ambiente em que está inserida, origina outra planta, esta será também adaptada àquele mesmo ambiente, no qual não correrá riscos.

Já na reprodução sexuada torna-se possível a variabilidade genética, pois é necessário que dois progenitores doem gametas para formar um novo organismo, que será diferente dos dois doadores. Essa estratégia requer maior gasto de energia da planta e corre mais risco de não se concretizar, pois, no percurso até a oosfera, o gameta masculino (núcleos espermáticos, presentes no pólen) pode ser danificado, impossibilitando a fecundação.

Neste tipo de reprodução, temos a presença de oosfera, esporos e células espermáticas, estruturas que detalharemos no decorrer da seção.

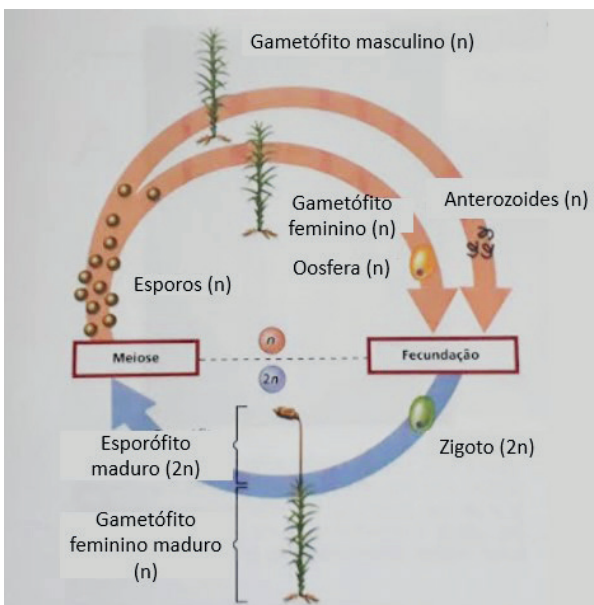
Depois destes conceitos gerais sobre a reprodução das plantas, vamos falar especificamente das briófitas.

Como você já estudou na Seção 1.3, estas são consideradas morfológicamente simples, pois não possuem estruturas verdadeiras de raízes, caules e folhas. São plantas avasculares que, a partir de um esporo, desenvolverão gametófitos que vão compor o corpo vegetativo deste tipo de planta. Estes gametófitos são produtores de gametas, denominados gametângios, sendo que os gametas haploides masculinos (anterozoides) são produzidos pelos anterídios e o gameta feminino (oosfera) é produzido pelo arquegônio. Nas briófitas, portanto, o gametófito será grande e de vida livre, já o esporófito será bem menor e permanecerá ligado ao gametófito.

Nas briófitas ainda podemos encontrar a reprodução assexuada, com o desmembramento de tecido (gemas ou propágulos), a partir do qual uma nova planta se desenvolverá.

Na Figura 2.1 você poderá observar as partes envolvidas na reprodução que são: esporos, gametófito feminino e masculino, oosfera e anterozoides.

Figura 2.1 | Ciclo de vida das briófitas



Fonte: Nabors (2012, p. 448.)



As briófitas possuem muitos papéis no ambiente onde estão inseridas, e recentemente mais um crédito lhes foi concedido. Uma pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) relacionou o ciclo de vida de um tipo de musgo a alterações climáticas. No artigo intitulado *How Tropical Moss Sporophytes Respond to Seasonality: Examples from a Semi-Deciduous Ecosystem in Brazil*, a espécie estudada foi a *Octoblepharum albidum* Hedw., que, para desenvolver seus esporófitos, precisava de um certo nível de chuva. Ao perceber que os esporófitos maduros não se desenvolviam o suficiente, relacionou-se este fato à precipitação insuficiente na região.

FERNANDES, Mateus. Sensores Climáticos. **Boletim**, Belo Horizonte, n. 1999, Ano 44, p. 6, 13 nov. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2mocCCO>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

Figura 2.2 | *Octoblepharum albidum* Hedw



Fonte: <<https://bit.ly/2NYKxhO>>. Acesso em: 21 maio 2018.

E quando falamos do ciclo de vida das plantas vasculares sem sementes (pteridófitas), logo notamos que os esporófitos são de vida livre, isto é, não dependem de outro organismo para completar sua ação, e são grandes em relação ao gametófito. Além disso,

os esporófitos são ramificados e com uma grande quantidade de esporângios, cujo agrupamento é denominado soros.

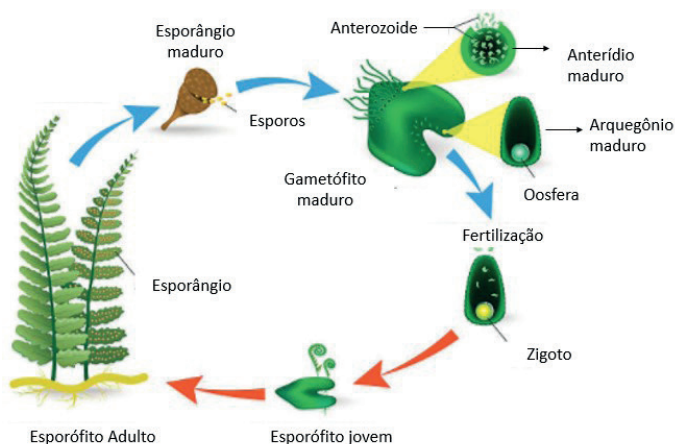


Assimile

O ciclo de vida sexuado das plantas é formado por dois indivíduos adultos, dos quais um será o **esporófito** (palavra derivada do grego, que significa planta produtora de esporos) e conterá células diploides e o outro será o **gametófito** (termo derivado do grego, que significa planta produtora de gametas) com células haploides. Portanto, a alternância de gerações consiste no revezamento destas duas formas, isto é, uma produzindo a outra.

Uma semelhança entre o ciclo de vida das briófitas e pteridófitas está na produção de anterozoides (biflagelados) e oosferas, que são desenvolvidos por anterídios e arquegônios. Outra semelhança está na homosporia, isto é, na produção de um único tipo de esporo pela mesma planta. No entanto podemos encontrar algumas espécies heterosporadas, com a produção de dois tipos de esporos, que receberam o nome de megásporos e micrósporos. Na Figura 2.3 está exemplificado o ciclo de vida de uma samambaia.

Figura 2.3 | Ciclo de vida de uma samambaia (homosporada)



Fonte: adaptada de iStock <<https://bit.ly/2ux0Ydg>>. Acesso em: 21 maio 2018.

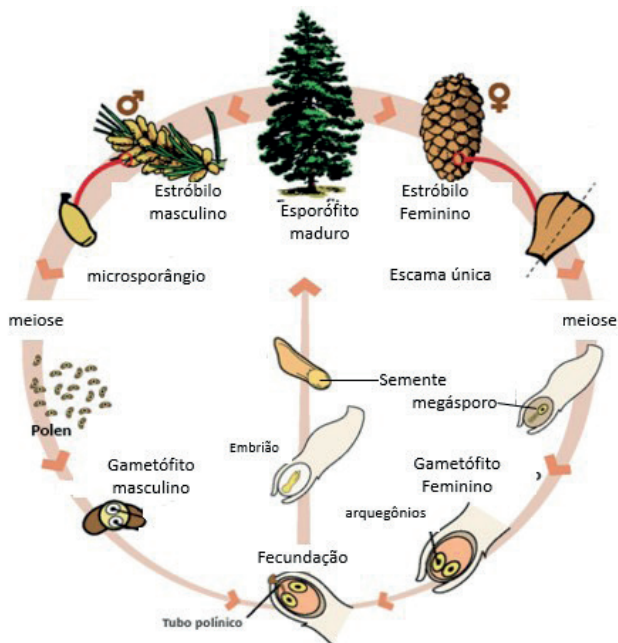
Quando falamos de plantas vasculares com sementes, estamos nos referindo às gimnospermas. Apesar da maioria das espécies desse grupo apresentarem reprodução sexuada, raras exceções podem ocorrer de forma assexuada, sendo exemplo as sequoias.

Um fator relevante na dispersão do pólen das gimnospermas é que ela se dá pela ação do vento, o que caracteriza uma síndrome de polinização chamada de anemofilia. Esse aspecto só é possível uma vez que existe a proteção do embrião pela semente.

Muitas vezes as gimnospermas possuem estróbilos produtores de pólen e óvulos em plantas separadas. Para exemplificar esse processo de ciclo reprodutivo usaremos o pinheiro (*pinus* sp), que permite uma visão geral de como ocorre a reprodução na maioria das plantas deste grupo.

O pinheiro possui os dois estróbilos na mesma planta e em posições separadas, sendo o feminino em posição mais alta que o masculino. O **estróbilo masculino** (estróbilo simples) é composto por microsporófilo, chamado de escama, e tem dois microesporângios com pólen. Já os **estróbilos femininos** são mais elaborados (estróbilos compostos), sua aparência é de ramos modificados presos em um eixo. Essa estrutura será nominada de complexo escamas-sementes, que terá uma bráctea e uma escama ovulada (escama ovulífera), formada por megasporófilos fundidos. Dois óvulos serão produzidos nas escamas ovulíferas, tornando-se os megasporângios (núcelo multicelular), que terão a proteção de um tegumento, originado a partir do esporófito. Nesta estrutura a entrada do grão de pólen poderá ocorrer por uma abertura no tegumento chamada de micrópila. Na Figura 2.4 ocorre o ciclo de vida do pinheiro. Observe cada fase.

Figura 2.4 | Ciclo de vida do pinheiro (*pinus* sp)



Fonte: adaptada de: <<https://bit.ly/2ue0fge>>. Acesso em: 22 maio 2018.

O grupo das angiospermas, além das sementes, se diferenciam dos demais grupos pela presença das flores, responsáveis pelo seu processo de reprodução. Nestas ocorre a reprodução sexuada com alternância de gerações e com um gametófito pequeno e dependente do esporófito. Diferenciam-se das gimnospermas na formação dos óvulos pela presença de ovários que darão origem aos frutos. Vale ressaltar que as famílias Poaceae, Rosaceae e Asteraceae apresentam reprodução assexuada. Não se preocupe com o termo “famílias”, pois essas classificações e agrupamentos serão abordados nas próximas seções.

Nas angiospermas, podemos encontrar, na mesma estrutura, uma flor bissexuada monoclina (a laranjeira é um exemplo deste tipo de planta) com os gametófitos masculinos e femininos.

Em alguns casos podemos encontrar flores unissexuadas díclinas (a abóbora e o milho são exemplos deste tipo de planta), onde o carpelo e estames estão cada um em uma flor, sendo plantas

monoicas. Outra possibilidade é a ocorrência de angiospermas dioicas, isto é, flores com estames e carpelos em plantas separadas.

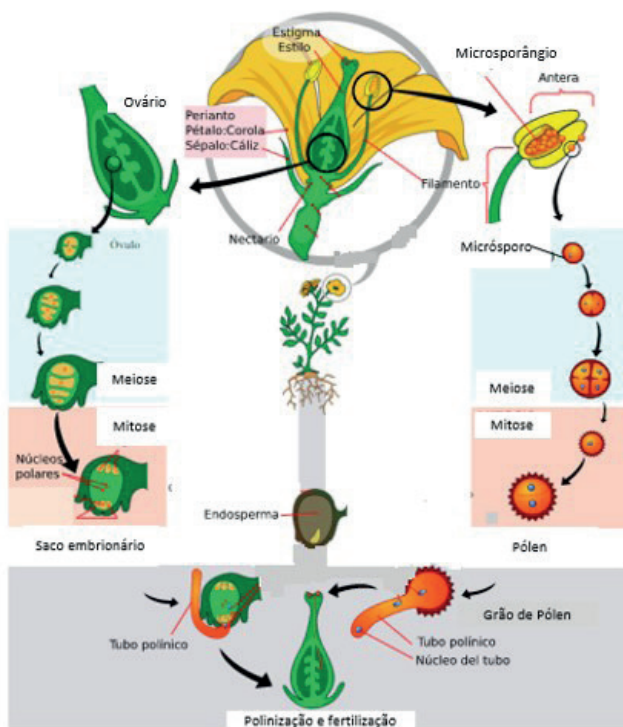
A produção do pólen nas angiospermas necessita de algumas estruturas morfológicas, que podemos observar a seguir:

- Estames com duas anteras.
- Cada antera com quatro microsporângios (saco polínico).
- No interior dos microsporângios, produção de quatro micrósporos haploides.
- Micrósporos desenvolvem-se em células do tubo, origem do tubo polínico.
- Produção de dois gametas. Para transportar os gametas, ocorre a formação de um grão de pólen. Antes de serem transportados, os gametas criam internamente uma parede chamada intina e uma externa chamada de exina.
- Para finalizar o processo de desenvolvimento das estruturas e do grão de pólen, o tubo polínico se expande após a entrada do pólen, que se deposita no estigma da flor.

Para o desenvolvimento do megagametófito, temos a seguinte sequência:

- Megasporângios no interior do ovário.
- Cada megasporângio será um óvulo ou núcelo.
- Cada óvulo estará revestido por um tegumento, que comporta a micrópila, espaço por onde o tubo polínico entrará.
- Dentro de cada megasporângio haverá um megasporócito que dará origem a quatro megásporos.
- Ocorrerá o desenvolvimento de um megásporo em megagametófito.
- O megagametófito maduro dará origem ao saco embrionário, onde o embrião se desenvolverá.

Figura 2.5 | Ciclo de vida de uma angiosperma



Fonte: adaptada de <<https://bit.ly/2KFcQnL>>. Acesso em: 7 maio 2018.



Refleta

Mediante todos os conceitos estudados, pense: por que as gimnospermas ainda apresentam uma vantagem seletiva sobre as outras plantas em áreas montanhosas, frias e com ações de ventos constantes?

Em algumas angiospermas como, por exemplo, as ervilhas, ocorre a autopolinização, através da qual uma planta será polinizada com o pólen da própria flor, ou pelo pólen de outra flor da mesma planta. Com esse tipo de estratégia, essas plantas conseguem se estabelecer rapidamente em um ambiente, mas perdem a possibilidade de variabilidade genética, podendo ainda ter desvantagens com sementes inférteis.

Na polinização cruzada, ocorre a passagem de pólen de uma flor para outra, sendo que, neste caso, se mantém a variabilidade genética e a possibilidade de adaptação a diversos tipos de ambientes. Essa é uma das características evolutivas das angiospermas, que permitiram a dispersão por tantos ambientes. Outra vantagem da polinização cruzada está na pureza das linhagens. Um exemplo é o milho que surgiu a partir do cruzamento de diferentes linhagens puras que originam híbridos mais fortes e com maiores rendimentos. Outro exemplo são as rosas que também podem sofrer polinização cruzada. O vento é um dispersor de pólen, assim como os insetos e alguns animais, como morcegos.

Todas as particularidades das flores geram diferentes tipos de ações de agentes polinizadores, e para essas características próprias de cada flor, damos o nome de síndrome de polinização, fator de atração para os agentes polinizadores. No Quadro 2.1 você poderá observar o agente polinizador e a característica da flor.

Quadro 2.1 | Síndromes de polinização

Tipo	Agente	Particularidade da Flor	Fator de Atração
Anemofilia	Vento	Flores pequenas e simples, sem necessidade de mecanismos de atração.	-
Hidrofilia	Água	Flores claras, sem aroma e/ou néctar, coníferas.	-
Cantarofilia	Besouros	Odor discreto, inflorescências ou flores grandes.	Pólen
Falenofilia	Mariposas	Odor marcante (adocicado), flor com cor clara (geralmente noturnas).	Néctar
Melitofilia	Abelhas, Vespas, Formigas.	Odor marcante, flores coloridas, com estrutura de pétalas que sirvam de plataforma.	Néctar e pólen.

Miiofilia	Moscas	Odor ácido, forte e fétido, com cores escuras.	Néctar e pólen.
Psicofilia	Borboletas	Odor agradável, Flores tubulares, vermelhas ou alaranjadas.	Néctar
Ornitofilia	Aves	Odor discreto ou ausente, flores tubulares de cores quentes e vivas. Grande quantidade de néctar e resistência para o pouso das aves.w	Néctar
Quiropterofilia	Morcegos	Odor intenso, flores noturnas e com estrutura firme.	Néctar
Artificial	Homem	-	-

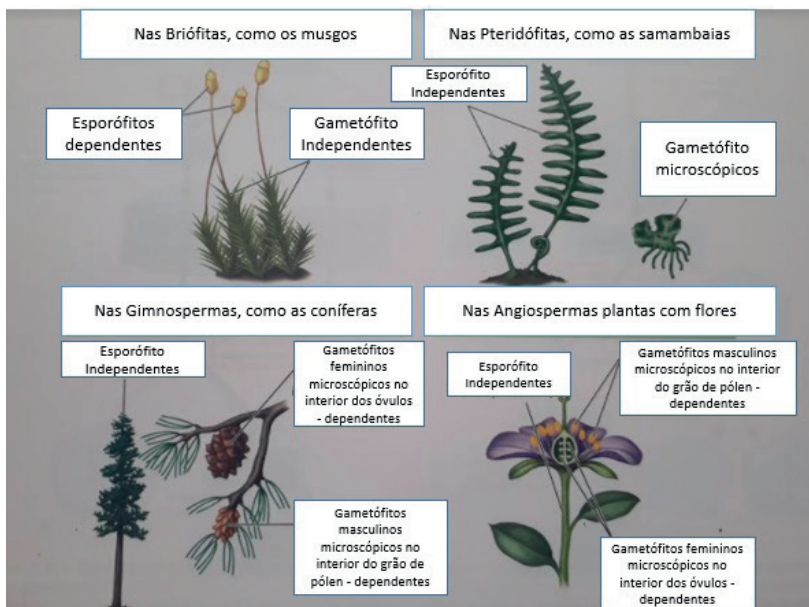
Fonte: elaborado pelo autor.

Uma angiosperma que possui grande representatividade no território nacional devido a sua capacidade de dispersão e que em determinadas situações é considerada planta invasora, sendo prejudicial a uma plantação por competir pelos recursos naturais, é a *Bidens pilosa* L.. Ela tem como característica flores com inflorescência amarela e com frutos negros quando maduros. Esses frutos têm poucas camadas celulares e um período de amadurecimento rápido, sendo uma particularidade fisiológica da planta, a qual tem o acúmulo de uma substância chamada fitomelanina.

Essas particularidades permitem ao fruto um pequeno crescimento em relação ao ovário, de forma que fica leve, o que facilita sua dispersão por grandes áreas pela ação do vento e/ou por animais. Comumente nota-se sua incidência em bordas de estradas e plantações, pois se adapta facilmente, sendo considerada daninha no Brasil. Em especial, podemos citar que essa angiosperma acomete áreas de cultivo de mandioca, pois suas características lentas de crescimento ocasionam solo exposto, permitindo o adentramento da *B. pilosa*, que chega à área pela dispersão de suas sementes.

Para exemplificar o ciclo de vida dos quatro grupos de plantas, observe a Figura 2.6, na qual ocorre a comparação da reprodução.

Figura 2.6 | Comparação dos ciclos de vida dos quatro grupos de plantas



Fonte: adaptada de Nabors (2012, p. 138)



Pesquise mais

Para entender um pouco mais sobre as síndromes de polinização, leia o artigo:

ARAÚJO, Jussira de L. O. et al. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 83-94, dez. 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2LsRyWE>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno, nesta seção você estudou o ciclo de vida dos quatro grupos de plantas que habitam o planeta (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas); percebeu que as características reprodutivas de cada grupo permitem sua adaptação e prosperidade em relação às áreas ocupadas. O destaque nas formas de dispersão das sementes e pólen mostraram a íntima relação com os agentes

dispersores e como a ausência desses mecanismos ocasionariam o declínio de diversas espécies que poderiam chegar à extinção.

E para relacionar melhor todas essas informações, vamos ajudar os produtores de mandioca, com a invasão das plantações por uma erva daninha. Como agrônomo de uma cooperativa, você está auxiliando em uma plantação de mandioca que foi invadida por *Bidens pilosa*, sendo que os produtores estão preocupados com o impacto desta planta em suas plantações. Dessa forma, você é questionado: qual o risco da presença da *Bidens pilosa* para as plantações? E por que ela surgiu se ele não plantou ou não viu sua presença nas proximidades?

Como a mandioca tem um período de desenvolvimento lento e neste tempo o solo fica desprotegido, plantas invasoras oportunistas se instalam no local e usam os recursos naturais (sais minerais e água) para prosperar. Em nosso contexto, temos o exemplo da *B. pilosa*, que se adequa aos pressupostos anteriores. Esta planta possui flores com inflorescência amarela e frutos negros quando maduros. Esses frutos têm um período de amadurecimento rápido, sendo essa uma sua particularidade fisiológica, que gera acúmulo de uma substância chamada fitomelanina. A *B. pilosa* ainda possui poucas camadas celulares em seu fruto.

Essas particularidades permitem ao fruto um pequeno crescimento em relação ao ovário, de modo que fica leve e facilita sua dispersão por grandes áreas, através da ação do vento e/ou de animais. Comumente nota-se sua incidência em bordas de estradas e plantações, pois se adapta facilmente, sendo considerada uma planta daninha no Brasil. Em especial, podemos citar que a *B. pilosa* acomete áreas de cultivo de mandioca, pois suas características lentas de crescimento ocasionam solo exposto, o que permite seu adentramento na área pela dispersão de suas sementes.

Vale ressaltar que a ausência de rotatividade de culturas favorece o fortalecimento das ervas daninhas, em consonância às condições favoráveis para seu estabelecimento não se alterarem.

Não deixe de iniciar a construção do seu relatório, onde deverá fornecer à empresa o registro das características gerais e reprodutivas dos grupos vegetais identificados.

Polinização cruzada

Descrição da situação-problema

Saber os processos de reprodução das plantas permite o controle de sua prosperidade, isto é, otimizar seu avanço ou encerrar sua presença. Você trabalha como agrônomo em uma grande plantação de flores voltadas à exportação e está auxiliando no programa de hibridização de rosas brancas e vermelhas, que na maioria das vezes são floríferas de corte e são comercializadas com as flores, parte do caule e folhas.

A cada início de ciclo de trabalho você efetua o registro das atividades que serão realizadas na plantação e justifica as ações de rotina. Para esse ciclo a encomenda pede rosas com maior resistência e coloração rosa, e você optou por utilizar duas variedades que possuem os caracteres de resistência, mas que são de cor vermelha e branca. Como você justificaria a possibilidade da ocorrência de plantas híbridas? Quais aspectos morfológicos da planta estão envolvidos? E com o processo de hibridização é possível o surgimento de uma flor rosa?

Resolução da situação-problema

Na polinização cruzada ocorre a passagem de pólen de uma flor para outra, sendo que, neste caso, se mantém a variabilidade genética e a possibilidade de adaptação a diversos tipos de ambientes, portanto, no caso das rosas vermelhas e brancas, a nova variabilidade poderá ocorrer na cor rosa.

A polinização cruzada é uma das características evolutivas das angiospermas que permitiram a dispersão por tantos ambientes. Outra vantagem desse tipo de polinização está na pureza das linhagens. As rosas, a partir do cruzamento de diferentes linhagens puras, originam híbridos mais fortes e com maiores rendimentos. Porém, para ocorrer a polinização cruzada, é necessário um agente dispersor e, neste caso, os insetos destacam-se. Quando a dispersão

é realizada por eles, podemos dizer que ocorre a “síndrome de polinização”. Nesse caso, temos a síndrome denominada melitofilia, que tem como agentes as abelhas, vespas e formigas, que são atraídas pelo odor e pela cor das flores (características da parte morfológica da planta envolvida no processo) e realizam a polinização em decorrência do processo de busca, coleta e alimentação do néctar e pólen destas flores.

Faça valer a pena

1. As briófitas são plantas simples, comparadas às angiospermas, por serem avasculares e com raízes, caules e folhas considerados falsos, e justamente por não possuírem um sistema vascular. A reprodução destas plantas conta com um gametófito que tem um tamanho grande e é propriamente o corpo da planta, bem como um esporófito dependente deste gametófito.

Dessa forma, qual o nome da estrutura morfológica que dará origem aos gametas femininos das briófitas?

Assinale a alternativa correta.

- a) Esporângios femininos serão chamados de arquegônio.
- b) Esporângios femininos serão chamados de anterídios.
- c) Gametângios femininos serão chamados de arquegônio.
- d) Gametângios femininos serão chamados de anterídios.
- e) Esporófito femininos serão chamados de oosfera.

2. Dos quatro grupos de plantas, as briófitas e pteridófitas, estão em desvantagens evolutivas com relação aos seus processos de reprodução, mas, se compararmos o gasto de energia do processo de reprodução de uma angiosperma, percebemos que o sistema das duas primeiras não é tão complexo, mas vem atendendo suas necessidades de dispersão.

Sobre o ciclo de vida de pteridófitas, marque V para verdadeira e F para falso:

() O ciclo de vida das plantas vasculares sem sementes, as pteridófitas, possuem esporófitos dependentes e pequenos em relação ao gametófito.

Além disso os esporófitos são ramificados e têm uma grande quantidade de esporângios.

() O ciclo de vida das plantas vasculares sem sementes, as pteridófitas, possuem esporófitos de vida livre e são grandes em relação ao gametófito. Além disso os esporófitos são ramificados e com uma grande quantidade de esporângios.

() O ciclo de vida das plantas vasculares sem sementes, as pteridófitas, possuem esporófitos de vida livre e são pequenos em relação ao gametófito. Além disso os gametófitos são ramificados e com uma grande quantidade de esporângios.

Assinale a alternativa correta.

- a) V, F, V.
- b) F, V, F.
- c) V, V, F.
- d) F, F, V.
- e) F, V, V.

3. Após o desenvolvimento do pólen e das oosferas pelas flores das angiospermas, outro processo precisa acontecer para que ocorra a fecundação da flor, sendo que após esta fase, a planta estará pronta para formar o fruto e as sementes. O processo necessário à fecundação é a polinização, que consiste em transportar o pólen até o óvulo. A polinização nas angiospermas pode acontecer de algumas formas.

Analise as afirmações sobre o processo de polinização das angiospermas.

- I. A autopolinização ocorre quando uma planta for polinizada com o pólen da própria flor ou pelo pólen de outra flor da mesma planta. Com esse tipo de estratégia essas plantas conseguem se estabelecer rapidamente em um ambiente.
- II. Na polinização cruzada não ocorre a passagem de pólen de uma flor para outra e neste caso se mantém a variabilidade genética, bem como a possibilidade de adaptação a diversos tipos de ambientes. Essa é uma das características evolutivas das angiospermas que permite a dispersão por tantos ambientes.
- III. A autopolinização não ocorre quando uma planta for polinizada com o pólen da própria flor, ou pelo pólen de outra flor da mesma planta. Com esse tipo de estratégia essas plantas conseguem se estabelecer rapidamente em um ambiente.

IV. Na polinização cruzada ocorre a passagem de pólen de uma flor para outra e neste caso se mantém a variabilidade genética, bem como a possibilidade de adaptação a diversos tipos de ambientes. Essa é uma das características evolutivas das angiospermas, o que permite a dispersão por tantos ambientes.

Assinale a alternativa correta:

- a) Estão corretas: I e II.
- b) Estão corretas: I e III.
- c) Estão corretas: I e IV.
- d) Estão corretas: II e IV.
- e) Estão corretas: II e III.

Seção 2.2

Características gerais da sistemática botânica

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção trataremos de assuntos que definem a sistemática vegetal, que se caracteriza por apresentar a identificação, nomenclatura e a classificação dos vegetais. Outro aspecto que discutiremos com ênfase são as regras de nomenclatura internacional, as quais, de forma global, são de grande importância para a definição correta dos nomes dos vegetais, como você poderá perceber.

Para que todos esses conceitos fiquem mais claros, vamos retomar o contexto profissional no qual você atua como agrônomo e trabalha em uma Cooperativa Agroindustrial de escala regional, que possui aproximadamente 500 cooperados, presentes em 22 municípios de sua região. Em sua última visita, um dos agricultores relatou a presença de “picão-preto” na sua lavoura de mandioca, sendo que o mesmo problema também acometia outros produtores rurais.

Você sabe que as ervas daninhas são problemas consistentes em plantações, pois sua dispersão pode ser rápida e o desenvolvimento da planta necessitava dos recursos naturais (sais minerais do solo e água), ocasionando desvantagens para a plantação. Além disso, a mandioca, por ser uma planta de desenvolvimento inicial lento, permite a entrada de ervas daninhas em seu local de crescimento, fato este que tem sido um verdadeiro desafio aos produtores.

A região Centro-Sul do Brasil é considerado um dos maiores produtores de mandioca do mundo, a fécula, substância retirada da raiz, tem grande representatividade na indústria alimentícia, participando da fabricação de vários produtos alimentícios.

Você vem acompanhando o desenvolvimento da safra de mandioca dos cooperados e em diversos momentos notou a existência de diferentes nomes comuns para a mesma planta daninha, percebendo que existe uma discordância dos agricultores em relação à espécie invasora presente em sua propriedade. Uns dizem que encontraram “Carrapicho-de-cavalo” outros falam em “Macela-do-campo”, outros ainda em “Espinho-de-agulha ou

“Erva-picão”, entre outros. Dessa forma, você é questionado: qual a diferença entre “essas plantas”? A regionalidade muitas vezes insere nomes que não representam a identidade da planta, e isso ocasiona muitas dúvidas. Mas será que existe uma forma “única” de se referir a ela(s)? A identificação correta da planta invasora é muito relevante, pois só assim você conseguirá orientar uma ação corretiva, permitindo o desenvolvimento da mandioca.

Venha comigo em mais esse desafio! Vamos lá?

Não pode faltar

Nesta seção você aprenderá o que é sistemática e como ela é aplicada no reino Plantae. Aprenderá também sobre as regras de nomenclatura botânica e qual sua função, bem como o uso do código internacional de botânica, que traz conceitos amplamente utilizados em sua profissão.

Você imagina o que seja sistemática vegetal? Primeiramente vamos entender o sentido de sistemática e depois vamos usá-la para identificar as plantas.

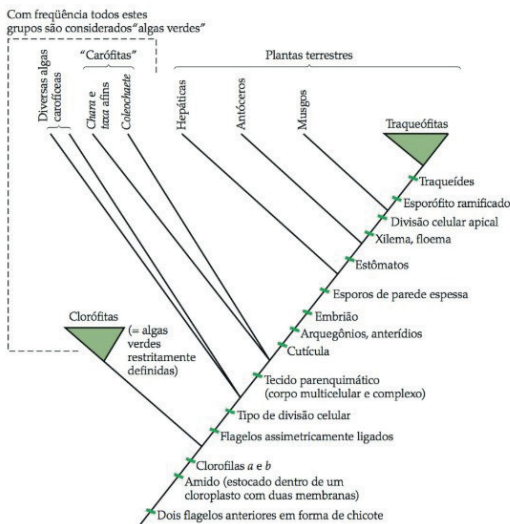
A sistemática dentro dos conceitos da ciência tem por definição evidenciar, relatar e analisar a diversidade dos organismos, portanto, é a ciência que sistematiza a diversidade biológica, usando sistema de classificação preditivo, isto é, ao usar a observação das características de um organismo, é possível definir o que ele é. Agora, quando falamos de sistemática vegetal, nos referimos à interpretação dos aspectos dos vegetais e, a partir daí, podemos definir a qual grupo de vegetais (briófitas, pteridófitos, gimnospermas e angiospermas) ele pertence.

A sistemática tem como maior propósito entender e descrever todos os ramos da árvore evolutiva das espécies, demonstrar os aspectos que se modificaram evolutivamente e, a partir deste conceito, descrever todas as espécies (em seus diversos agrupamentos hierárquicos).

Um aspecto a ser entendido é que a sistemática é sempre ligada à explicação de estudos evolutivos. Como as informações sobre a evolução são provenientes dos sistemas de filogenia, isto é, da história evolutiva dos organismos, na Figura 2.7 você poderá perceber a relação das características estruturais de um grupo de

vegetais com os sistemas de classificação e todos os aspectos morfológicos que foram estudados na Unidade 1, os quais deverão ser usados na identificação das plantas.

Figura 2.7 | Filogenia das plantas

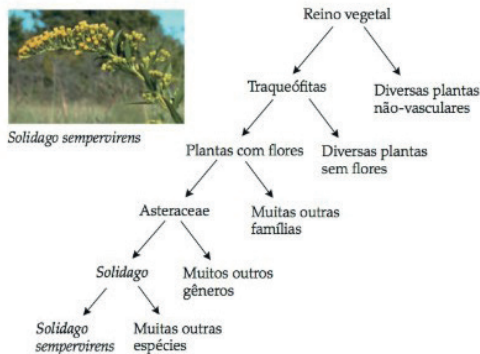


Fonte: Judd et al. (2009, p. 2).

E, para conseguir ser assertiva, a sistemática tem por princípio identificar, classificar e nomear as espécies.

A **classificação** isola uma espécie dentro de uma rede de correlações mediante suas características e, a partir daí, insere-a em uma ordem hierárquica, como demonstrado na Figura 2.8.

Figura 2.8 – Exemplo de uma classificação hierárquica



Fonte: Judd et al. (2009, p. 7).

Outra definição importante é a taxonomia, que está relacionada à sistemática, pois determina a descrição e os nomes científicos das espécies. O termo táxon se refere ao grupo e aplicar as regras de nomenclatura em um táxon, permite conhecer suas particularidades. Com isso, fica clara a importância de **nomear** os grupos, o que servirá de orientação.

Já a parte que se refere à **identificação** busca inserir um vegetal em um grupo taxonômico já existente. As semelhanças genéticas e morfológicas permitirão agrupar os organismos em: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. A partir da sistematização das características é possível organizar as informações coletadas sobre as plantas, elaborando chaves de classificação para identificação, chegando ao nome correspondente da espécie. As chaves são uma série de características morfológicas contrastantes, utilizadas para identificar um organismo desconhecido por um processo de eliminação.



Refleta

A sistemática é um processo de classificação preditivo, que usa a observação, para identificar, classificar e nomear os diversos organismos. Você já pensou qual a importância da sistemática para o Reino Plantae?

A necessidade de uma organização das espécies vegetais remonta à antiguidade, pois saber identificar organismos importantes para o homem se tornou uma questão de sobrevivência. Podemos utilizar de forma melhor esses recursos naturais, a partir do momento que os conhecemos sistematicamente. Portanto, o conhecimento da sistemática vegetal direciona o encontro de plantas de potencial econômico. Imagine uma exploração em uma floresta temperada, em período de inflorescência de tomates, cuja expedição encontra uma espécie vegetal com flores, caule e raízes semelhantes a este (gênero *Solanum*). Considerando que a definição da espécie não estava clara, deve-se registrar todas as informações (preferencialmente em uma ficha de campo). Outro fator relevante se refere à localização da coleta, que deve ser identificada. Deve-se também efetuar registros fotográficos e, se for possível, coletar exemplares (em triplicata) e efetuar o processo de preservação por prensagem (esses conceitos serão aprofundados na Unidade 4). Para chegar a uma conclusão,

deve-se consultar um especialista em botânica e/ou consultar a literatura (herbários) existente de registro vegetais.



Assimile

Todos os aspectos morfológicos de uma planta, da raiz às partes de uma flor, como as pétalas, fornecem a maior parte das informações utilizadas para identificá-la, correlacionando tais aspectos com as hipóteses filogenéticas da planta.

Para compreender melhor todo o processo de sistemática, vamos voltar um pouco no tempo e construir uma linha progressiva de acontecimentos, até chegarmos à definição de uso da sistemática na forma atual.

Podemos dividir essa evolução temporal em quatro períodos. No primeiro, usava-se o hábito das plantas como principal fonte de informações. Segundo Judd et al. (2009), os principais pesquisadores desta sistemática foram:

370 a.C.: Theophrastus, de forma simplista, elaborou o primeiro sistema de classificação das plantas baseado em suas formas, de modo que foram divididas em árvores, ervas, arbustos e subarbustos.

1260: Albertus Magnus usou atributos que facilitavam a memorização; e, a partir do caule, dividiu os vegetais em monocotiledôneas e dicotiledôneas.

1583: Andrea Caesalpino inseriu uma descrição com maiores atributos, não se limitando apenas à descrição da natureza, mas trazendo aspectos que fossem úteis para uma gama maior de pessoas, que não precisariam ter conhecimentos científicos para compreender o sistema. A particularidade da classificação de Caesalpino foi o uso que ele fez das folhas, caule e raiz para caracterizar os grupos inferiores, e das flores e frutos para caracterizar os grandes grupos.

1619: Jean (Johann) Bauhin estudou botânica e, para suas análises, usou as características morfológicas das folhas.

1694: Joseph Pitton de Tournefort usou a classificação gênero primário (flores e frutos) e gênero secundário para os que não possuíam caracteres reprodutivos.

Em um segundo período, a sistemática adota características mais abrangentes e reúne as informações morfológicas de fácil

observação nas plantas (sistema artificial). A personalidade de destaque para esse sistema foi Carolus Linnaeus (1735), ou Carlos Lineu, em português, tendo sido reconhecido como o pai tanto da Sistemática Botânica quanto da Zoológica. Linnaeus usou as definições de Tournefort, no entanto, observou que os gêneros estavam na natureza e que não se deveria usar critérios rígidos de caracteres genéricos. Ele também descreveu classes e ordens e ainda um método natural para reunir gêneros em famílias naturais e foi o responsável pela nomenclatura Binomial.

O terceiro período é marcado pela sistemática natural que surge no século XVIII e XIX, compreendendo o uso da morfologia associada à anatomia das plantas, segundo Judd et al. (2009), e no qual se destacam:

1765: Michel Adanson que mostrou que cada carácter poderia sofrer variações dentro dos grupos naturais.

1778: Jean Lamarck que inseriu um sistema de pesagem, através do qual se comparava a semelhança dos caracteres das plantas.

1789: Antoine-Laurent de Jussieu que elaborou grupos por meios de síntese, construindo de forma sucessiva espécies, gêneros e famílias.

1813: Augustin Pyrame de Candolle que inseriu o terceiro estágio, referindo-se à subordinação de caracteres.

1825: Adolphe Brongniart que usou a diferenciação entre Fanerógamas e Criptógamas.

1875: George Bentham que inseriu descrições completas mediante observações de todas as plantas com sementes até então conhecidas; a categoria utilizada atualmente corresponde à ordem.

E o último período no desenvolvimento da sistemática é o filogenético, que tem como base a relação de genes entre os vegetais. Os nomes que se destacaram foram:

1964: Adolf Engler que excluiu as gimnospermas das angiospermas e dividiu as dicotiledôneas em Archichlamudeae e Symoetales.

1915: Charles Bessey que usou os sistemas Candolle e Engler, na forma de arranjar os taxa (plural de táxon).

1997: Armen Takhtajan que concentrou seus estudos nas angiospermas, dividindo-as em duas classes: Magnoliatae e Liliatae, divididas em 11 subclasses, 20 superordens e 94 ordens.

Depois de entender como funciona a sistemática, nosso próximo passo é entender a nomenclatura botânica, que vem definir o nome científico das plantas. Essa nomenclatura é direcionada pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica (CINB), o qual é constituído por orientações e regras que são atualizados a cada quatro anos no Congresso Internacional de Botânico. Essas diretrizes são facilitadoras na inclusão da nomenclatura.

Além da nomenclatura científica, temos a nomenclatura popular, que sofre uma variação muito extensa de região para região. Um exemplo é a mandioca que, em certas partes do país é chamada de macaxeira. Outro fator que invalida os nomes populares, são sua falta de veracidade quanto aos aspectos da planta, como exemplo observe esse nome: pinha-do-brejo; seu nome científico é *Magnolia ovata* e não é uma pinha, que está inserida no gênero *Annona*.

A classificação taxonômica tem como regra a seguinte disposição:

Domínio: Eukarya (compreende os organismos que são constituídos por células eucariontes).

Reino: agrupamento dos filos.

Filo: agrupamento de classes.

Classes: agrupamento de ordens.

Ordem: agrupamento de família.

Família: agrupamento de gênero.

Gênero: agrupamento de espécies.

Espécies: agrupamento de indivíduos com aspectos parecidos, que irão se reproduzir entre si, e possibilitar a geração de descendentes.

A definição de espécie envolve toda a busca taxonômica e, para identificar a espécie pelo nome, deve-se usar o gênero, que deve se iniciar por maiúscula, seguido de um nome específico (epíteto específico) que deve ser escrito em minúscula, sendo ambos grafados em itálico ou sublinhados, seguidos do nome do descobridor da planta. Temos, por exemplo: *Carapa guianensis* Aublet, popularmente conhecida como Andirobeira.

Outro de exemplo de planta com diversos nomes populares que causam divergência quanto à origem e características é a *Bidens pilosa*. Por vezes é chamada de picão-preto, Carrapicho-de-cavalo,

Macela-do-campo, Espinho-de-agulha, Erva-picão, entre outros. É uma planta que teve sua origem nas regiões tropicais, com a presença de sementes e de crescimento rápido, apresentando, quando adulta, excelente resistência e mecanismos de dispersão que permitem seu avanço por diversas áreas. A produção de sementes é muito elevada, sendo que podem produzir até 6000 sementes e sua germinação ocorre entre 3 e 4 dias.

Essa estratégia permitiu a disseminação por todo território nacional, apresentando maior incidência na região Centro-Sul do país, caracterizando um desafio para os produtores de mandioca da região, pois ela atua como competidora na captação dos recursos naturais.

A um conjunto de espécies parecidas dá-se o nome gênero. Os gêneros parecidos são agrupados em famílias, as quais são classificadas pelo nome do gênero mais antigo, seguido do sufixo *aceae*, como, por exemplo, *Arecaceae*. As famílias parecidas são agrupadas em ordens, que recebem o nome da família mais antiga, acrescida do sufixo *ales*, como: *Magnoliales*.

Quadro 2.1 | Regras gerais de nomenclatura botânica

Regras de Nomenclatura Botânica	
1-	Na designação científica os nomes são sempre em latim ou latinizados.
2-	Os nomes científicos escrevem-se em itálico ou, se for num texto manuscrito, deverão ser sublinhados.
3-	A espécie deve ser reconhecida por uma nomenclatura binomial, em que a primeira palavra designa o gênero e a segunda o restritivo específico da espécie.
4-	O nome do gênero é escrito com inicial maiúscula, o restritivo específico é escrito só com minúsculas.
5-	Subespécies terão nomenclatura trinomial. Exemplo: <i>Papilio thoas brasiliensis</i> .
6-	Em Botânica, o nome da família é construído a partir do nome do gênero mais representativo acrescentando o sufixo -aceae .
7-	As famílias semelhantes são reunidas em ordem, que recebe o nome da família mais antiga, acrescida do sufixo -ales , exemplo, <i>Magnoliales</i> .

Fonte: adaptado de Evert e Eichhorn (2014, p. 237).

Com todos esses detalhes na classificação taxonômica de uma planta, qual seria a função de nomear as espécies? Você já pensou nisso?


Exemplificando

A partir da ordem em cada item da classificação, ocorre a possibilidade de um subitem, como exemplificado a seguir: **Ordem**; Subordem / **Família**; Subfamília / **Tribo**; Subtribo / **Gênero**; Subgênero / **Seção**; Subseção / **Série**; Subsérie / **Espécie**; Subespécie / Variedade; Subvariedade / **Forma**; Subforma.

Quadro 2.2 | *Bidens pilosa* (Picão-preto) *Pisum sativum* (Ervilha)

<i>Bidens pilosa</i>	<i>Pisum sativum</i> L.
Reino: Plantae	Reino: Plantae
Filo: Anthophyta	Filo: Anthophyta
Classe: Magnoliopsida	Classe: Magnoliopsida
Ordem: Asterales	Subclasse: Magnoliidae
Família: Asteraceae	Ordem: Fabales Subordem: Fabineae
Subfamília: Heliantheae	Família: Fabaceae
Tribo: -	Subfamília: Faboideae
Gênero: <i>Bidens</i>	Tribo: -
Espécie: <i>Bidens pilosa</i>	Gênero: <i>Psium</i> Espécie: <i>Psium sativum</i>

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 2.3 | Classificação do milho, tomate e batata-inglesa

Milho	Tomate	Batata-inglesa
Reino: Plantae	Reino: Plantae	Reino: Plantae
Filo: Anthophyta	Filo: Anthophyta	Filo: Anthophyta
Classe: Liliopsida	Classe: Magnoliopsida	Classe: Magnoliopsida
Ordem: Poales	Ordem: Solanales	Ordem: Solanales
Família: Poaceae	Família: Solanaceae	Família: Solanaceae

Subfamília: Panicoideae	Subfamília: -	Subfamília: -
Tribo: Maydeae	Tribo: -	Tribo: -
Gênero: <i>Zea</i>	Gênero: <i>Solanum</i>	Gênero: <i>Solanum</i>
Espécie: <i>Zea mays</i>	Espécie: <i>Solanum lycopersicum</i>	Espécie: <i>Solanum tuberosum</i>

Fonte: elaborado pela autora.

Analisando o Quadro 2.3, perceba que, das espécies milho, tomate e batata-inglesa, o reino se repete e se repetirá para todas as plantas. O filo, para o milho, tomate e batata-inglesa, também se repetiu, pois são angiospermas espermatófitas, possuidoras de sementes e frutos. O filo Anthophyta é o representante das angiospermas, com mais de 300 mil espécies. Os tomates e as batatas-inglesas são pertencentes a classe Magnoliopsida, que são caracterizadas por serem dicotiledôneas (sementes com dois ou mais cotilédones), com presença de flores. Essa classe também possui plantas com raízes axial e folhas com nervação reticulada. Perceba que os aspectos morfológicos são os atributos principais para a identificação. Já a classe Liliopsida, em que usamos o milho como representante, é caracterizada pelas monocotiledôneas (um único cotilédone na semente), possui flores, suas raízes são fasciculadas e as folhas são paralelinérveas.

Os nomes das plantas, na antiguidade vinham de acordo com as características delas (árvore grande com galhos), destacando as que possuíam interesse para os homens. Atualmente seguimos a mesma ideia de identificar os organismos, mas com nomes resumidos, evitando definições muito extensas. Dessa forma tornou-se necessária uma padronização de nome para cada espécie, lembrando que esse nome será aceito de forma global, possibilitando o reconhecimento da espécie.

Mais um ponto a ser destacado aqui é evitar as confusões criadas pelas inúmeras variações de nomes populares. O nome tem a função de proporcionar uma identidade à planta, como explicado, porém sem necessariamente apresentar todos os aspectos que levem a uma descrição das características morfológicas. Para saber mais detalhes, sempre será necessário analisar a chave de identificação do vegetal.

O Código Internacional de Botânica (ICBN), norteia as regras para nomear tanto as plantas como os fungos, tem como princípio a nomenclatura binomial (dois nomes, sendo o primeiro referente ao gênero e o segundo ao epíteto específico), foi preconizada por Linnaeus e garante que não ocorra duplicidade de nomes internacionalmente. No Quadro 2.4 você pode observar as regras do ICBN.

Quadro 2.4 | Categorias Taxonômicas usadas pelo ICBN

Categoria	Sufixo padrão
Reino	-bionta
Filo (ou Divisão)	-phyta
Subfilo (ou Subdivisão)	-phytina
Classe	-opsida
Subclasse	-idae
Superordem	-anae
Ordem	-ales
Subordem	-ineae
Superfamília	-ariae
Família	-aceae
Subfamília	-oideae
Tribo	-eae
Subtribo	-ineae
Gênero	Nenhum; escrito em itálico, letra inicial maiúscula.
Espécie	Nenhum; nome genérico e específico em itálico.

Fonte: adaptado de Judd et al. (2009, p. 547).

Para as plantas cultivadas, temos um código específico, chamado de Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP) que reconhece os cultivares. Esse código tem como função complementar o ICBN, pois os cultivares, podem ser manipulados em

decorrência de melhoramentos na produção (hibridização, transgênicos, melhoramentos diversos de características), tendo diferenças na sua constituição inicial e meio de reprodução. Devido a essas particularidades, essas plantas podem receber um epíteto adicional.



Vocabulário

Cultivares: combinação das palavras cultivada e variedade. São produzidos tanto a partir de plantas selvagens como de cultivadas.



Pesquise mais

Caro aluno, para entender um pouco mais sobre a importância da sistemática botânica, leia o artigo:

PEIXOTO, ARIANE L.; MORIM, MARLI P. Coleções Botânicas: Documentação da biodiversidade brasileira. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 55, n. 3, jul./set. 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2uNttTr>>. Acesso em: 4 maio 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno, após estudar os fatos de maior relevância sobre a sistemática vegetal, você pode compreender que desde a antiguidade a classificação das plantas sempre despertou interesse, muito em decorrência do uso destas para finalidades de sobrevivência.

A importância de nomear as espécies e seguir um código para isso nos garante veracidade e segurança em relação às ambiguidades.

Trabalhando na cooperativa Agroindustrial, atuando na assistência técnica do plantio, você está auxiliando os produtores de mandioca, que estão com problemas na plantação devido a algumas plantas invasoras. Em sua análise inicial percebeu que se tratava da mesma planta, mas que muitas pessoas da propriedade a denominavam de forma diferente. Alguns diziam: "Carrapicho-de-cavalo", outros falavam em "Macela-do-campo", e outros ainda em "Espinho-de-agulha ou "Erva-picão".

A planta em questão trata-se da *Bidens pilosa*, planta que teve sua origem nas regiões tropicais, produtora de sementes e possui crescimento rápido. A planta adulta tem excelente resistência e os

mecanismos de dispersão permitem seu avanço por diversas áreas. A produção de sementes é muito elevada, sendo que podem produzir até 6000 sementes e sua germinação ocorre entre 3 e 4 dias.

Essa estratégia permitiu a disseminação por todo território nacional, apresentando maior incidência na região Centro-Sul do país, caracterizando um desafio para os produtores de mandioca da região, pois ela atua como competidora na captação dos recursos naturais.

A nomenclatura botânica padroniza o nome da espécie de forma global, evitando as confusões de nomes populares que, de acordo com a região, sofrem muita variação. Saber a morfologia da planta se torna a fonte mais relevante para identificá-la. Dessa forma você consegue saber as características úteis de cada planta, sem se esquecer de que para os cultivos temos, além do ICBN, o ICNCP, que norteia a nomenclatura destas plantas. Isso permitirá realizar o controle destas de maneira assertiva, direcionando a elas o método adequado, minimizando a possibilidade de ações não efetivas.

Avançando na prática

Diagnóstico florístico

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, trabalha em uma reserva florestal e faz parte de uma equipe multidisciplinar, composta por um engenheiro ambiental e um biólogo. Parte da rotina do trabalho está em identificar as plantas da reserva. Você identificou em parte da área uma planta em inflorescência e, mediante a análise da flor composta por pétalas, com cor amarela, estíma e anteras, percebeu que é semelhante à flor do tomate selvagem. Caso se confirme a identificação, podemos inferir a ocorrência de invasão da reserva por essa espécie, não endêmica no Brasil. Nesse caso, como se trata de uma planta exótica, tem-se que teria sido introduzida antropicamente no ambiente e, na ausência de impedimentos, adaptou-se ao local. É importante destacar a autofecundação da espécie como um fator filogenético (evolução). Porém, a identificação da planta confirmaria essa invasão e, ao analisar sua morfologia, você percebeu que se tratava de dicotiledônea, com as folhas características da classe Magnoliopsida. Como você poderia

usaria os conhecimentos da sistemática vegetal para chegar a uma identificação correta da espécie e evitar o risco de disseminação? Saber identificar uma planta em campo é relevante?

Resolução da situação-problema

Para chegar a um diagnóstico preciso da espécie estudada, deve-se registrar todas as informações, registros fotográficos e, se for possível, coletar um exemplar (preferencialmente) e efetuar o processo de preservação por prensagem. Esse processo viabiliza o envio para um especialista em botânica e/ou a consulta posterior à literatura (herbários) existente de registro vegetais.

Por meio de comparações ou análise do especialista, chega-se ao gênero, que poderia ocasionar competição com espécies locais sensíveis a alterações, bem como verificar se a planta aparenta ser um cultivar com viés alimentício. Neste caso, você e a sua equipe conseguiram identificar a espécie como sendo uma dicotiledônea (sementes com dois ou mais cotilédones), com presença de flores. Essa classe também possui plantas com raízes axial e folhas com nervação reticulada. Vocês chegaram à classificação do gênero: *Solanum* sp, demonstrando que saber usar o conhecimento adquirido em campo é fundamental para o desenvolvimento dos trabalhos de identificação e classificação que permitem a padronização global das plantas. Dessa forma, permite-se aplicar medidas para controle dessas plantas ou até seu replantio em outro local.

Faça valer a pena

1. Carolus Linnaeus foi quem revolucionou a _____, sendo por isso reconhecido como o pai tanto da _____ quanto da Zoológica. Usou as definições de Tournefort, no entanto, observou que os gêneros estavam na natureza e que não se deveria usar critérios rígidos de caracteres genéricos. Ele também descreveu classes e ordens e utilizou, ainda, um método natural para reunir gêneros em famílias naturais, sendo o responsável pela _____.

Assinale a alternativa que preencha corretamente as lacunas.

- a) Sistemática / Sistemática Botânica / nomenclatura Binomial.
- b) Zoologia / Sistemática animal / nomenclatura trinomial.

- c) Sistemática / Sistemática animal / nomenclatura botânica.
- d) Sistemática / Sistemática Botânica / Classificação Botânica.
- e) Zoologia / Sistemática Botânica / nomenclatura trinomial.

2. O Código Internacional de Botânica (ICBN) norteia as regras para nomear tanto as plantas como os fungos, tem como princípio a nomenclatura binomial (dois nomes, sendo o primeiro referente ao gênero e o segundo ao epíteto específico), preconizada por Linnaeus, garantindo que não ocorra duplicidade de nomes internacionalmente. Para as plantas cultivadas, temos um código específico.

Assinale a alternativa que define corretamente a sigla e nome do código específico para plantas cultivadas.

- a) Código Nacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas – ICNCP.
- b) Código Regional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas – ICNCP.
- c) Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas – ICNCD.
- d) Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas – ICNCP.
- e) Código Nacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas – ICNCD.

3. A sistemática botânica tem uma longa história, começando a ter papel importante no cotidiano das pessoas, por trazer informações úteis sobre a planta, que poderia ser usada para várias funções, com destaque para alimentação e medicamentos. Mas saber algumas características dos vegetais tornou-se ineficiente e uma classificação mais minuciosa se fez necessária. Para sistematizar esse processo muitos pesquisadores contribuíram no decorrer do tempo e assim chegamos ao modelo de sistemática botânica utilizado atualmente.

Segue uma relação de pesquisadores e seus feitos.

- I - 370 a.C.: Theophrastus, de forma simplista, elabora o primeiro sistema de classificação das plantas, usando características como árvores, ervas e arbustos. Esse sistema não conseguiu prevalecer por não ser aceito pelos pesquisadores do período.
- II - 1694: Joseph Pitton de Tournefort usou a classificação gênero primário (flores e frutos) e gênero secundário para os que não possuíam caracteres reprodutivos.
- III - 1789: Antonine Laurent de Jussieu elaborou grupos por meios de síntese, construindo de forma sucessiva espécies, gêneros e famílias.

IV - 1997: Armen Takhtajan concentrou seus estudos nas gimnospermas, dividindo-as em duas classes: Fabaceae e Arecaceae, divididas em 11 subclasses, 20 superordens e 94 ordens.

E sobre essa evolução progressiva da sistemática botânica é correto afirmar que:

- a) Estão corretas: I, II, III e IV.
- b) Estão corretas: I, II e III.
- c) Estão corretas: II e III.
- d) Estão corretas: II e IV.
- e) Estão corretas: III e IV.

Seção 2.3

Os sistemas de classificação dos vegetais

Diálogo aberto

Caro aluno, a sistemática vegetal, com seu processo de classificação, proporciona uma organização que salienta a comunicação global. Mas dentro deste universo a nomenclatura se destaca, traz personalidade ao organismo nomeado, e, para alcançar tal objetivo, faz-se uso de estratégias de classificação. A fim de entender melhor todo esse processo, analise a situação a seguir.

Vamos recordar nosso contexto, no qual você trabalha como agrônomo em uma Cooperativa Agroindustrial, auxiliando toda a cadeia produtiva e sendo uma de suas atribuições a assistência técnica em plantios. Na sua última atividade, será apresentada uma palestra para auxiliar os agricultores que pretendem exportar seus produtos. No decorrer da palestra surgiram algumas dúvidas sobre como identificar e classificar corretamente as diferentes espécies de mandioca. Saber diferenciar os tipos de maior representatividade na alimentação é fundamental, pois as diferentes espécies, além de apresentarem alta porcentagem de cianogênicos (tóxico para o consumo humano ou animal), têm concentrações de amido e proteínas em níveis divergentes. A identificação da espécie é um dos pré-requisitos para a exportação para outros mercados mais restritos.

Durante a apresentação, surgem os seguintes questionamentos: como efetuar a classificação correta dos tipos de mandiocas? Como identificar as diferentes espécies? Existem diferentes aplicabilidade para espécies distintas?

Vamos juntos finalizar mais essa unidade, estudando as classificações e a utilização de chaves analíticas.

Não se esqueça de elencar todas as informações levantadas até aqui, as quais são referentes à identificação das características gerais e reprodutivas dos grupos vegetais analisados, bem como à aplicação da nomenclatura botânica mediante os conceitos de filogenética. Elabore um relatório do trabalho realizado e entregue ao presidente da cooperativa.

Vamos entender todas as diferenças das classificações botânicas juntos? Mãos à obra!

Não pode faltar

Chegamos à nossa última seção da segunda unidade, onde você estudará os sistemas de classificação dos vegetais, o qual tem como um de seus objetivos manter um vocabulário único, em consonância com as características das plantas, fatores primordiais nas organizações vegetais, proporcionando, assim, comunicação assertiva. E para se alcançar sucesso, a classificação deve ser estável e preditiva, isto é, trazer elementos que ajudem a identificar as plantas.

Apesar dos objetivos serem claros e aceitos pelos sistematas, existem diferentes “formas” de se chegar a um resultado, o que causa controvérsia, uma vez que, dentro do universo das classificações, temos três sistemas: artificial, natural e filogenético (ou cladística). Vamos conhecer cada um deles?

Sistemática Artificial: foi baseada na proposta de Lineu em usar um aspecto morfológico da parte reprodutiva da planta (sistema sexual de Lineu). Porém, neste tipo de classificação, muitos erros eram cometidos, uma vez que plantas de características e classes diferentes eram identificadas em uma mesma classe, se, por exemplo, tivessem mesmo número de estames. Por meio da evolução dos estudos em botânica ao longo dos anos, outras opções de sistema foram surgindo e, no final do século XVIII, com uso de métodos tecnológicos mais eficientes, surgiu um novo sistema de classificação chamado de **Sistemática Natural**, que usou como regra a semelhança natural das plantas, deixando de ter como base apenas um elemento de comparação e passando a olhar a planta como um todo. Com isso foi possível agrupar organismos com maiores aspectos semelhantes, sendo essa classificação um passo importante para a definição de famílias, gêneros e espécies.

Um dos primeiros sistematas a utilizá-la foi Antonine Laurent de Jussieu, médico e botânico de nacionalidade francesa que procurou uma sequência para classificar a planta a partir da quantidade de cotilédones, da morfologia da semente e dos órgãos reprodutivos da planta, ampliando os aspectos a serem analisados.

Apesar do sistema natural ser mais assertivo que o sistema artificial, ele ainda trazia muitas falhas no processo e gerava incertezas com

relação à seleção de plantas semelhantes para os agrupamentos.

Mediante tantas incertezas dentro dos sistemas de classificação existentes até então, as teorias de Charles Darwin sobre a evolução das espécies possibilitaram a emergência de mais um aspecto relevante na classificação dos vegetais, surgindo, então, uma nova forma de analisar os organismos.



Assimile

A identificação de um vegetal, quando feita com nomes usados de forma popular, levam a confusões e erros, que em certas ocasiões são irreparáveis. Dependendo da região, um vegetal pode ser definido com mais de três nomes, acarretando uma classificação duvidosa. A identificação, a classificação e a nomenclatura científica são elementos que se fazem necessários, pois criam uma comunicação universal e proporcionam veracidade às informações sobre a planta.

E com essa nova possibilidade de avaliação dos organismos (mediante sua evolução), surge a forma de classificação denominada **Sistema Filogenético** ou **Cladístico**, que tem como subsídio a variabilidade das espécies, salientada por meio da relação genética, a qual é elencada a partir da análise das alterações e aspectos evolucionistas entre os vegetais extintos e os atuais. August Wilhelm Eichler foi um dos primeiros sistematas a usar esse sistema, sendo que, pelos estudos realizados de avaliação da evolução das plantas, separou-as em com flores (Fanerógamas) e sem flores (Criptógamas).



Refleta

Os sistemas de classificação (natural, artificial e filogenético) passaram por momentos de evolução e a tecnologia dos dias atuais, com as análises moleculares, nos proporciona menos dúvidas em uma classificação. Mas, mesmo com esse recurso, por que ainda alguns sistemas utilizam a sistemática artificial com os grupos merofiléticos?

O Sistema Filogenético, baseado na observação das características da espécie, busca relacionar esses aspectos com a evolução. Nesse âmbito evolutivo, os filogenistas dividem esse sistema em duas partes, sendo elas a anagênese e a cladogênese.

- **Anagênese:** tem o tempo como fator principal, isto é, as características das plantas se moldariam mediante o avançar do tempo. Como exemplo, lembre-se da raiz e caule que no princípio eram um único eixo e que, a partir das necessidades da planta, foram se modificando com o avançar do tempo, até formarem dois eixos, um subterrâneo e o outro aéreo. No entanto, aqui não ocorre a diversidade, somente a modificação. A diversidade, ou melhor, o surgimento de mais de uma espécie a partir de um ancestral em comum, será o processo de cladogênese.
- **Cladogênese:** é a formação da descendência, o que podemos definir como especiação.

E no método de classificação filogenético, temos alguns termos usuais que relacionam a anagênese com a cladogênese. Por exemplo, um caractere primitivo é denominado de plesiomórfia e um caractere recente é denominado apomórfia. Perceba que uma apomórfia surge a partir de uma plesiomórfia.

Outro termo importante neste sistema é a sinapomorfia, que esclarece quando duas espécies diferentes possuem caracteres derivados compartilhados, provando que são herdados de um ancestral comum. Os aspectos filogenéticos de um grupo podem ser reconhecidos pelas características derivadas compartilhadas (sinapomorfias), que são relacionadas para identificar grupos naturais denominados monofiléticos ou clados, sendo compostos por um ancestral e todos os seus descendentes.

As características das plantas podem ser homólogas (quando possuem origem comum) e análogas (quando têm função comum, mas origem evolutiva diferente).

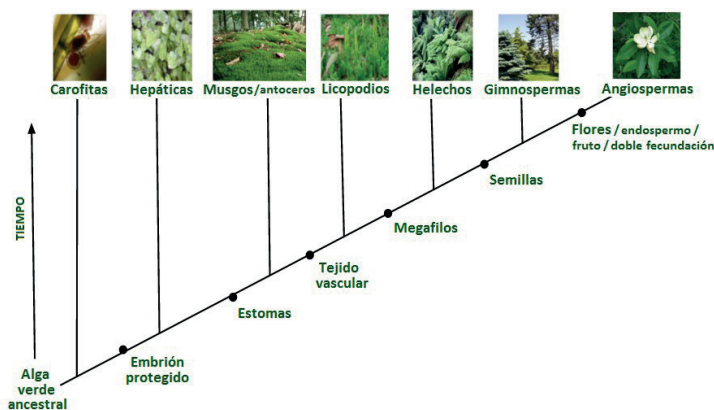
Após todo o entendimento dos aspectos evolutivos, ocorre a organização das informações coletadas, e para isso temos a separação em três fases:

- **Lista de caracteres:** ocorre a organização dos caracteres analisados.
- **Matriz de caracteres:** cria-se uma tabela para interligar as informações entre os táxons e os caracteres, uma versão polarizada desta matriz pode surgir, a partir da alteração dos caracteres por números.

- Cladograma: é a representação, em forma de diagrama ramificado, que mostra as relações evolutivas, construídas mediante a matriz polarizada, em cuja representação se observara a hipótese das relações filogenéticas dos táxons analisados, demonstrando a correlação entre ancestral e descendente e de grupos-irmãos.

Na Figura 2.9, observe um exemplo de cladograma:

Figura 2.9 | Cladograma



Fonte: <<https://bit.ly/2uAoMwQ>>. Acesso em: 12 maio 2018.

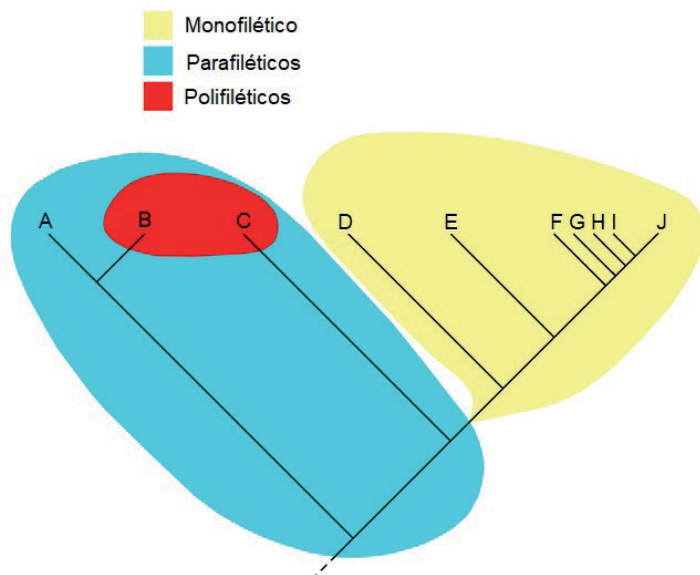
Para construir a árvore evolutiva deve-se identificar quais aspectos são mais antigos e mais recentes, bem como definir a direção e a raiz dela. Ao separar os aspectos em uma direção específica, a raiz permite a identificação dos estados de caracteres derivados compartilhados que definem os táxons monofiléticos. Dessa forma, o táxon externo (ancestral) localiza-se na base da árvore (raiz) e o grupo estudado (táxon interno) disposto como a derivação da raiz.

A representação desta descrição em forma de diagrama será o cladograma, “a hipótese” e, para testá-lo, ocorre a inclusão de espécies ou caracteres adicionais que podem ou não compor as exigências do modelo.

A sistemática filogenética tem como característica os grupos monofiléticos, mas ainda se pode observar o uso de sistemática artificial com o grupo merofiléticos, o qual abarca os grupos parafiléticos e polifiléticos.

- **Parafileticos:** neste grupo ocorre um ancestral, que não representa todos os descendentes, isto é, o ancestral possui características em comum, mas não será único.
- **Polifilético:** esse grupo é representado por organismos que descende de 2 ou mais ancestrais diferentes.

Figura 2.10 | Exemplificação teórica dos grupos da sistemática filogenética e artificial



Fonte: adaptado de <<https://bit.ly/2LpLBg9>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

Observa-se a diversidade entre os sistemas de classificação e não é possível afirmar qual se sobrepõem e qual poderia ser eleito o melhor. Para os vegetais quatro sistemas de classificação são citados como bons recursos de identificação, sendo eles: Eichler, Tippo, Whittaker e Bold.



Exemplificando

Observe o resumo dos principais sistemas de classificação utilizados para os vegetais no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 | Sistema de classificação para vegetais

EICHLER, 1883	TIPPO, 1942	WHITTAKER, 1969	BOLD, 1970
Criptogamae Divisão 1: Talófitas. Classe 1: (Algas) Cianofíceas Clorofíceas Feofíceas Rodofíceas. Classe 2: (Fungos) Divisão 2: Briófitas. Divisão 3: Pteridófitas Phanaerogamae. Divisão 1: Espermatófitas Classe 1: Gimnospermas Classe 2: Angiospermas.	Sub-Reino 1: Talófitas Divisões: Cianófitas Clorófitas Euglenófitas Feófitas Rodófitas Crisófitas Pirrófitas Eumicotas. Sub-Reino2 Divisão 1: Briófitas Divisão 2: Traqueófitas Classes: Filicineas Licopodíneas Gimnospermas Angiospermas.	(Cianófitas, Euglenófitas, Crisófitas e Pirrófitas são incluídas em outros reinos). Divisões: Rodófitas Feófitas Clorófitas Briófitas Traqueófitas. Classe 1: Filicineas Classe2: Licopodíneas Classe 3: Gimnospermas Classe 4: Angiospermas.	Divisões: (Além das divisões abaixo, existem mais 17, incluindo todas as algas e fungos). Hepatófitas Briófitas Psilófitas Microfilófitas (Licopodíneas) Artrófitas (Equisetineas) Pteridófitas Cicadófitas Ginkgófitas Coniferófitas (Coníferas) Gnetófitas (Gnetíneas) Antófitas (Angiospermas).

Fonte: Introdução à Biologia Vegetal (2012, p. 53).

E como podemos aplicar todos esses conhecimentos sobre os sistemas de classificação? Uma ferramenta muito utilizada é a chave de identificação botânica, a qual pode usar dois métodos diferentes. Quando se faz uso de dois caracteres, como por exemplo os vegetativos e reprodutivos, essa chave é denominada dicotômica. Vale ressaltar que as chaves podem ser não dicotômicas e usarem mais de dois caracteres, ainda podendo ter como referência apenas uma área ou buscar maior extensão.

Um dos problemas com chaves analíticas dicotômicas que optam por usar os caracteres reprodutivos é o risco de não encontrar as espécies em inflorescência, dificultando o uso deste aspecto. Assim, o uso da morfologia vegetativa se torna mais aplicável às chaves. Falaremos de forma mais específica das chaves de identificação botânica na Unidade 4 deste livro.

As chaves podem ser dispostas para análise e identificação de todos os grupos taxonômicos, mas podem ser usadas de forma

mais restrita com apenas um grupo. Toda conclusão que se alcança com a chave deve ser confirmada com amostras de herbários e literatura específica.

Na Figura 2.11 você poderá observar uma chave de identificação para as principais famílias da ordem *Poales*, onde estão inseridas muitas espécies de interesse agrônômico, como trigo, arroz, milho, centeio, cevada, aveia entre outros. A chave para a agronomia tem sido de grande auxílio na identificação e organização das espécies.

Figura 2.11 | Chave para as principais famílias da ordem Poales

Chave para as Principais Famílias de Poales	
1. Folhas com escamas peltadas que absorvem água, ocasionalmente apenas estreladas	Bromeliaceae
1. Folhas carecendo do indumento supracitado	2
2. Perianto diferenciado em cálice e corola, geralmente colorida	3
2. Perianto de tépalas, ou reduzido ou ausente	5
3. Folhas uniformemente distribuídas ao longo do caule; flores solitárias	Mayacaceae
3. Folhas ± basais; flores em inflorescências capitadas ou em espigas cônicas, no ápice de longos escapos	4
4. Flores unissexuais, em inflorescências capitadas e involucradas, com numerosas flores abertas ao mesmo tempo; 1 óvulo por lóculo	Eriocaulaceae
4. Flores bissexuais, em espigas cônicas, com apenas 1 ou 2 flores abertas ao mesmo tempo; numerosos óvulos em cada placenta	Xyridaceae
5. Folhas trísticas	6
5. Folhas disticas	7
6. Perianto de 6 tépalas; óvulos 3- numerosos; fruto cápsula	Juncaceae
6. Perianto ausente, ou reduzido a escamas, aristas ou pêlos; 1 óvulo; fruto aquênio	Cyperaceae
7. Inflorescência com numerosas flores densamente agrupadas como espigas cilíndricas ou inflorescências globosas, as flores estaminadas posicionadas acima das carpeladas	Typhaceae
7. Inflorescências não como indicado acima	8
8. Folhas com prefoliação circinada, com ápice curvo semelhante à gavinha na folha desenvolvida	Flagellariaceae
8. Folhas sem prefoliação circinada	9
9. Folhas com a lâmina geralmente muito reduzida, consistindo basicamente em bainha, ligula geralmente ausente; anteras com 1 lóculo, abrindo por uma única fenda longitudinal	Restionaceae
9. Folhas com lâmina ± desenvolvida, ligula geralmente presente; anteras com 2 lóculos, abrindo por duas fendas longitudinais	10
10. Perianto com 6 tépalas; flores não em espiguetas; gineceu 3-carpelado; fruto drupa; 1-3-seminado; embrião não-diferenciado	Joinvilleaceae
10. Perianto reduzido, geralmente representado por 2 ou 3 lodículas; flores em espiguetas; gineceu 2- ou 3-carpelado; fruto geralmente cariópse, 1-seminado; embrião do tipo graminóide	Poaceae

Fonte: Judd et al. (2009, p. 286).

As chaves de identificação fornecem as informações necessárias sobre a planta cuja ordem, gênero ou espécie se deseja verificar. Na Figura 2.11 utilizamos como exemplo a ordem *Poales*, na qual estão inseridas as famílias Poaceae, Restionaceae, Bromeliaceae, dentre outras.

Outro exemplo é a família Euphorbiaceae, que compreende espécies como a mandioca e a seringueira e que pode ser representada por árvores, arbustos e ervas. Esta família apresenta características químicas diversas, com alcaloides, taninos e ainda glicosídeos cianogênicos (de toxicidade comprovada para a alimentação).

É importante ressaltar que as Euphorbiaceae são amplamente utilizadas com viés econômico pela indústria alimentícia. No caso da *Manihot esculenta*, comumente conhecida como mandioca, utiliza-se as raízes como parte comestível. No entanto, variedades diferentes desta espécie podem ter uma alta concentração de ácido cianídrico, que acarreta toxicidade para alimentação. Porém, apesar dessa toxicidade, por meio de processos industriais, ela pode ser utilizada na produção de farinhas. Para evitar riscos, a identificação, nesse caso, é realizada por meio de análise laboratorial.

Outro aspecto importante é a concentração de amido e proteínas presente em diferentes espécies do gênero *Manihot*, o que pode ocasionar restrições, devido a pré-requisitos alimentares em mercados de importação.

Mais um exemplo são as principais famílias de *Rosales*, que possuem membros bem diversificados, apresentando-se como ervas, arbustos ou árvores. Alguns gêneros apresentam acúleos, pelos tipicamente simples, folhas simples ou compostas e/ou inflorescências diversas.

Trata-se de uma família com muitos representantes no hemisfério Norte, sendo que os gêneros *Rubus* e *Prunus*, composto pelas framboesas, amoras silvestres e cerejas estão disseminados em todos os continentes. Essas três espécies são muito confundidas na classificação botânica, porém, por meio da classificação filogenética, observa-se que a framboesa e amora estão geneticamente mais próximas entre si do que com a cereja.

Assim inferimos que a amora e a framboesa possuem um ancestral em comum mais recente do que aquele ancestral compartilhado com a cereja. A amora silvestre e a framboesa são chamadas de grupos-irmãos ou parentes mais próximos. Uma forma de representar essa relação filogenética é com o uso do cladograma. E, apesar de a amora e de a framboesa serem de grupos irmãos, o cultivo de cada uma se difere. A primeira adapta-se em todos os climas, já a segunda necessita de uma temperatura amena.



Pesquise mais

Existem diversas famílias de interesse agrícola, como Areaceae (Coqueiro, Palmito, entre outros) e Fabaceae (ervilha, soja, entre outros). Para conhecer um pouco mais sobre as chaves de identificação de

diferentes famílias, observe outros exemplos nas páginas 237, 354, 355, 372, 380 e 410 do livro:

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F. **Sistemática vegetal**: um enfoque filogenético. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Nos dias atuais temos a tecnologia auxiliando nas classificações e a sistemática molecular é o grande destaque, usando a análise de ácidos nucleicos, que proporciona resultados assertivos sobre as relações evolutivas da planta.

Segundo Evert et al. (2014), a partir do sequenciamento de espécies, as informações entram em um banco de dados no GenBank, ligado ao National Center for Biotechnology Information (Centro Nacional de Informação sobre Biotecnologia), e o acesso aos dados permite comparações completas de um grande número de táxons. Já é reconhecida pelo *Consensus Phylogeny of Flowering Plants* (Filogenia consensual de plantas com flores) a importância de se aliar a sistemática molecular, com os estudos das características morfológicas das plantas, para se alcançar uma classificação correta.

Chegamos ao final da segunda unidade, na qual você aprendeu sobre o ciclo reprodutivo dos quatro grupos de plantas (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas), percebendo as diferenças e semelhanças morfológicas entre eles, notando ainda que características morfológicas, como o pólen, moldaram a capacidade de expansão de gimnospermas e angiospermas no cenário atual.

Após esses conceitos você foi apresentado às formas de identificação botânica, com destaque para nomenclatura científica, e finalizamos com os sistemas de classificação apresentados nesta seção, que proporcionam ao profissional a correta inclusão de uma planta em um dos grupos de vegetais, permitindo conhecer as características e hábitos desta planta.

E para próxima unidade o destaque ficará para a evolução e especiação dos vegetais, bem como a caracterização e diversidade das gimnospermas e angiospermas.

Espero por você!



Para saber como interpretar um cladograma, assista ao vídeo:

BIO SHAZAM. Biologia – Como Ler um Cladograma. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GfCfuhTz3is>>. Acesso em: 12 maio 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno, ao estudar essa seção você aprendeu como os conceitos de sistemática vegetal, são tratados dentro dos sistemas de classificação natural, artificial e filogenético. Esses ensinamentos otimizam o manejo das plantas, pois classificá-las corretamente proporciona conhecimentos sobre seus hábitos.

Vamos recordar o contexto apresentado na Seção 1, no qual você trabalha como agrônomo em uma Cooperativa Agroindustrial, auxiliando toda a cadeia produtiva e sendo uma de suas atribuições a assistência técnica em plantios. Em sua demanda deste ciclo já efetuou duas intervenções, e nesta próxima etapa, durante a reunião mensal da cooperativa, você apresentará uma palestra para auxiliar os agricultores que pretendem exportar seus produtos. No decorrer da palestra surgiram algumas dúvidas sobre como identificar e classificar corretamente as diferentes espécies de mandioca.

Você explica que a família Euphorbiaceae compreende espécies como a mandioca e a seringueira, podendo ser representada por árvores, arbustos e ervas. Apesar de, aparentemente, existirem espécies “parecidas”, dentro da mesma família, estas apresentam características químicas diversas, com alcaloides, taninos e ainda glicosídeos cianogênicos (de toxicidade comprovada para a alimentação)

É importante ressaltar que as Euphorbiaceae são amplamente utilizadas com viés econômico pela indústria alimentícia, sendo que o Brasil apresenta-se como o segundo maior produtor mundial. No caso da *Manihot esculenta*, teoricamente a espécie que deve ser produzida, utiliza-se as raízes como parte comestível. No entanto, variedades diferentes desta espécie podem ter uma alta concentração de ácido cianídrico, que acarreta toxicidade para alimentação. Porém, apesar dessa toxicidade, por meio de processos industriais, ela pode

ser utilizada na produção de farinhas. Para evitar riscos, a identificação, nesse caso, é realizada por meio de análise laboratorial.

Outro aspecto importante é a concentração de amido e proteínas presente em diferentes espécies do gênero *Manihot*, o que pode ocasionar restrições, devido a pré-requisitos alimentares em mercados de importação.

Ao final deste ciclo de trabalho você ainda tem uma tarefa a cumprir: elencar todas as informações de identificação das características gerais e reprodutivas dos grupos vegetais analisados e aplicar a nomenclatura botânica mediante os conceitos de filogenética, compilando-os em um relatório que deverá ser entregue ao presidente da cooperativa.

Avançando na prática

Cladograma

Descrição da situação-problema

Você é responsável pelo cultivo de amora preta em uma propriedade do Rio de Janeiro, sendo que essa cultura tem crescido consideravelmente como uma das frutas que compõe o nicho das pequenas frutas vermelhas, ganhando espaço no mercado de frutas exóticas. Para ampliar a variedade de produtos, o dono da propriedade deseja inserir uma outra cultura, a framboesa. As duas culturas possuem similaridades, sendo consideradas frutas vermelhas. Dessa forma, surgem os seguintes questionamentos: as duas culturas podem ser cultivadas da mesma forma? Qual o parentesco entre as espécies?

Resolução da situação-problema

O método mais utilizado para classificar os organismos é a cladística ou filogenética, que busca entender as relações evolutivas das espécies, destacando a ramificação de uma linhagem a partir de outra, no curso da evolução. Dessa forma, identifica-se um grupo monofilético ou clados pelas sinapomorfias, caracteres derivados compartilhados, que se formam a partir do ancestral comum, encontrados em todas as espécies. Para construir a árvore evolutiva deve-se identificar quais aspectos são mais antigos e mais recentes, bem como definir a direção

e a raiz dela. Ao separar os aspectos em uma direção específica, a raiz permite a identificação dos estados de caracteres derivados compartilhados que definem os táxons monofiléticos. Dessa forma, o táxon externo (ancestral) localiza-se na base da árvore (raiz) e o grupo estudado (táxon interno) fica disposto como a derivação da raiz.

A representação em forma de diagrama desta descrição será o cladograma, “a hipótese”, e, para testá-la, ocorre a inclusão de espécies ou caracteres adicionais que podem ou não compor as exigências do modelo e a partir daí serem ou não incluídos na classificação.

As principais famílias de *Rosales*, que possuem membros bem diversificados, apresentam-se como ervas, arbustos ou árvores. Alguns gêneros apresentam acúleos, pelos tipicamente simples, folhas simples ou compostas e/ou inflorescências diversas.

Trata-se de uma família com muitos representantes no hemisfério Norte, sendo que os gêneros *Rubus* e *Prunus*, composto pelas framboesas, amoras silvestres e cerejas estão disseminados por todos os continentes. Essas três espécies são muito confundidas na classificação botânica, porém, por meio da classificação filogenética, observa-se que a framboesa e a amora estão geneticamente mais próximas entre si do que com a cereja.

Assim inferimos que a amora e a framboesa possuem um ancestral em comum mais recente do que aquele ancestral partilhado com a cereja. A amora silvestre e a framboesa são chamadas de grupos-irmãos ou parentes mais próximos. Uma forma de representar essa relação filogenética é com o uso do cladograma. E, apesar da amora e da framboesa serem de grupos irmãos, o cultivo de cada uma se difere. A primeira (amora) se adapta em todos os climas, já a segunda (framboesa) necessita de uma temperatura amena.

Faça valer a pena

1. Os sistemas de classificação dos vegetais têm como objetivo manter um vocabulário único, proporcionando uma comunicação assertiva e uma organização facilitadora da biodiversidade vegetal. E para alcançar sucesso a classificação deve ser estável e preditiva, isto é, trazer elementos que ajudem a identificar a planta. Dentro do universo das classificações temos três sistemas.

Assinale a alternativa que apresenta os três sistemas de classificação.

- a) Clados, merofilético e artificial.
- b) Monofilético, clados e natural.
- c) Artificial, natural e filogenético.
- d) Parafilético, natural e clados.
- e) Polifiléticos, artificial e filogenético.

2. Os aspectos filogenéticos de um grupo podem ser reconhecidos pelas características derivadas compartilhadas, ou seja, sinapomorfias, que são relacionadas para identificar grupos naturais, grupos estes que receberão a denominação de monofiléticos ou clados, compostos por um ancestral comum e todos os seus descendentes. Essa definição representa a evolução e marca, portanto, esse grupo como natural, evoluindo de forma contínua. As características das plantas podem ser homólogas, quando possuem origem comum, e análogas, quando têm função comum, mas origem evolutiva diferente. E para a sistemática são fundamentais as similaridades ou diferenças dos organismos.

Correlacione as etapas de organização dos dados coletados para uma futura classificação, com a sua descrição.

- 1. Lista de caracteres.
- 2. Matriz de caracteres.
- 3. Cladograma.

() Tabela para interligar as informações entre os táxons e os caracteres, uma versão polarizada pode surgir a partir da alteração dos caracteres por números.

() Representação em forma de diagramas ramificados que mostram as relações evolutivas, construídas mediante a versão polarizada, na qual se observa a hipótese das relações filogenéticas dos táxons analisados, demonstrando a correlação entre ancestral, descendente e de grupos-irmãos.

() Organização dos caracteres analisados.

Assinale a alternativa correta.

- a) 3-2-1.
- b) 2-1-3.
- c) 3-1-2.
- d) 1-2-3.
- e) 2-3-1.

3. O método filogenético, a partir de uma observação das características da espécie, busca relacionar esses aspectos com a evolução, e essa progressão evolutiva, para os filogenistas, se apresenta em duas partes: a anagênese e a cladogênese.

Nesse contexto, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas:

I - Na anagênese o tempo é o fator principal, isto é, as características das plantas se moldariam mediante o avanço evolutivo.

PORQUE

II - A cladogênese é responsável pela formação da descendência, o que podemos definir como especiação.

Acerca dessas asserções, assinale a opção correta.

- a) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- c) Asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Referências

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven** | Biologia Vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

GONÇALVES, E. G; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal**. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

INTRODUÇÃO à Biologia Vegetal. São Carlos: USP, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2muv2Sn>>. Acesso em: 12 maio 2018.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F. **Sistemática vegetal**: um enfoque filogenético. Porto Alegre: Artmed, 2009.

NABORS, M. W. **Introdução à Botânica**. São Paulo: Roca, 2012.

ONUBR – Nações Unidas no Brasil. A ONU e a população mundial, 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

PEIXOTO, ARIANE L.; MORIM, MARLI P. Coleções Botânicas: Documentação da biodiversidade brasileira. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 55, n. 3, jul./set. 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2uNttTr>>. Acesso em: 4 maio 2018.

Evolução, adaptação e táxons de interesse econômico

Convite ao estudo

Caro aluno, nesse momento você já estudou os conceitos de morfologia e sistemática vegetal; agora, iremos explorar a evolução e adaptação dos vegetais, a diversidade de angiospermas e gimnospermas bem como as plantas de interesse econômico. Para começar, abordaremos a especiação vegetal e o melhoramento genético, assuntos de relevância na composição de um profissional de agronomia. E para te ajudar a compreender de forma didática, acompanhe o contexto a seguir:

Você é um profissional agrônomo, trabalhando com engajamento e capacitação de produtores de cana-de-açúcar em uma empresa que efetua a orientação dos plantadores em âmbito nacional. Ela tem como um dos seus objetivos a orientação técnica à classe de produtores bem como a ampliação da representatividade do setor no Brasil e no exterior, possibilitando excelência na produção agrícola e eficiência na cadeia sucroenergética.

Sua função lhe possibilita o contato com várias regiões do país em busca de apresentar e implantar alguns programas nas propriedades em que a empresa atua. Entre eles, destacam-se: "Mudas: melhoramento genético", "Implantação da cana-de-açúcar" e "Evolução das plantas aspectos econômicos"

Mediante essas premissas, você auxiliará a gestão dos programas em três propriedades no país. Analisando a representatividade do plantio de cana e também de outras culturas, você deverá explanar se há viabilidade de implementação da cana de açúcar, uma vez que alguns

produtores, visando aumentar seus rendimentos, enxergaram nela a oportunidade de substituição de suas plantações. Seu programa de capacitação irá ajudá-los a entender as vantagens morfológicas das plantas.

Assim, você poderá explorar, nos três programas, a evolução e a adaptação dos vegetais, a diversidade proporcionada pelas angiospermas e gimnospermas e, ainda, falar das plantas de interesse econômico. E ao final desta rodada de visitas, fechando os três programas, você desenvolverá um laudo com a avaliação dos fatores de especiação e de dados taxonômicos das culturas de angiospermas e gimnospermas em um contexto agrônômico que deverá ser entregue à empresa.

Prezado aluno, você já pensou nos aspectos positivos e negativos da evolução e adaptação dos vegetais considerando a produção em massa de alimentos? O melhoramento genético tem relevância na otimização da morfologia das plantas?

Fique comigo em mais esta unidade!

Seção 3.1

Evolução e adaptação dos vegetais

Diálogo aberto

Caro aluno, nesta seção você ampliará seus conhecimentos dos aspectos evolutivos dos vegetais, com destaque para a especiação vegetal, bem como a ocupação do ambiente terrestre pelas plantas, assunto que já discutimos na Unidade 1. Você também irá expandir o entendimento sobre os progressos que a agricultura possibilitou à humanidade, com ênfase nos aspectos negativos e positivos do processo, tanto no âmbito ambiental como social. E para completar a seção, falaremos das plantas que possibilitaram o melhoramento genético.

Para ajudá-lo a consolidar todos esses conceitos, vamos retomar a proposta apresentada no convite ao estudo, em que, baseando-nos em uma situação hipotética, você trabalha como agrônomo em uma empresa que presta serviço aos produtores de cana-de-açúcar.

O seu trabalho de capacitação para produtores agrícolas iniciará na região Sudeste, sendo que serão utilizadas três propriedades diferentes.

Na primeira propriedade, a plantação de cana-de-açúcar já ocorre há três safras e vem apresentando resultados medianos. A área possui baixa declividade, solo pouco compactado, fértil, bem como outras condições favoráveis para o plantio da cultura. O produtor solicitou auxílio para buscar o melhoramento da produção mediante mudas melhoradas geneticamente, esperando obter maior rentabilidade. Portanto, nesta propriedade você desenvolverá a capacitação “Mudas: melhoramento genético”.

O melhoramento genético é possível a partir da manipulação das características que se deseja aprimorar na planta, o que causa uma modificação na estrutura morfológica de interesse alimentício e/ou maior resistência. No caso da cana-de-açúcar, as mudas são geradas em empresas especializadas nessa produção.

Inicialmente, você deverá explicar para o produtor os aspectos das plantas que possibilitam o melhoramento genético. Nesse momento, surgem os seguintes questionamentos: uma

vez que a cana-de-açúcar é uma angiosperma que apresenta vários recursos morfológicos (como flores e sementes), quais poderiam ser utilizados para melhorar sua rentabilidade, levando a uma produtividade otimizada? Como ocorre o melhoramento genético? Será que a propriedade em que você está trabalhando poderá receber as mudas de cana-de-açúcar provenientes de um melhoramento genético?

Mediante todos esses questionamentos, você deve iniciar sua capacitação nesta propriedade afim de possibilitar ao produtor subsídios necessários à compreensão do processo de melhoramento genético. Lembre-se que você deverá elaborar um laudo referente à aplicação desse processo na propriedade após a aquisição das mudas de cana-de-açúcar de um centro especializado em manipulação das características desejadas de espécies dessa planta.

Vamos em frente? Mãos à obra!

Não pode faltar

Olá, caro aluno! Vamos iniciar a nossa terceira unidade, na qual você aprenderá um pouco mais sobre a evolução das plantas e quais os pontos relevantes da relação delas com os seres humanos.

A evolução dos aspectos morfológicos dos vegetais pode ser observada por meio de registros fósseis estruturais (folhas, flores, dentre outras), possibilitando efetuar comparações entre os organismos passados e os atuais e definir uma linha evolutiva. As mudanças ao longo dos anos, provocadas pela busca da sobrevivência, provocaram alterações na constituição genética da planta e mudanças genotípicas, o que pode levar a mudanças fenotípicas iniciais ou em gerações futuras.

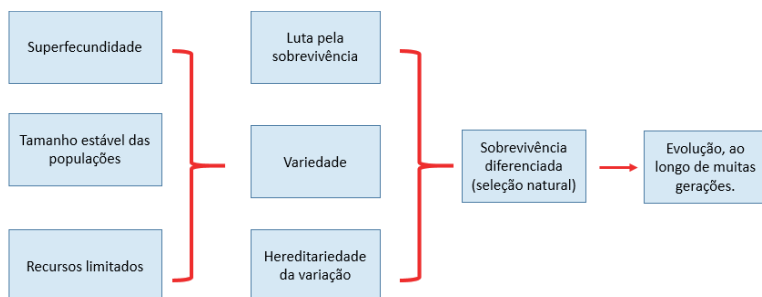
Por exemplo, a modificação da cor e odor de uma determinada flor, com o passar dos anos para atrair dispersores de pólen como os insetos, outros exemplos são: número de flores e/ou inflorescências, tamanho, síndromes de polinização, síndromes de dispersão.

Esses fatores possibilitaram a ocupação de cada vez mais extensões territoriais, como falamos na Unidade 1. O cenário vegetal atual reflete a ocupação do ambiente terrestre possibilitado pela evolução dos caracteres morfológicos, anatômicos e fisiológicos dos organismos vegetais.



Baseado na teoria de Darwin, a partir do momento que ocorre diversidade nas características das espécies, isso têm um efeito na sobrevivência. Percebe-se que as espécies com as características morfológicas, anatômicas fisiológicas mais vantajosas sobrevivem e se reproduzem, ampliando sua presença. Na Figura 3.1 você poderá observar a sequência de evolução ao longo do tempo.

Figura 3.1 | Evolução ao longo das eras



Fonte: adaptada de Judd (2009)

A variação dentro de uma população de espécies vegetais surge a partir das mutações e recombinações gênicas, e isso proporciona a seleção natural, em que o organismo com maior adaptabilidade naquele ambiente sobreviverá e perpetuará a espécie. Quando ocorrem mutações, as alterações são no ácido desoxirribonucleico (DNA) e podem se apresentar de algumas formas, sendo pela **mudança** de base nitrogenada na fita de DNA bem como pela **inserção**, **deleção**, **duplicação** ou **inversão** de partes dos cromossomos. Essas ações gênicas transformam um organismo. Já a recombinação gênica está ligada à segregação dos genes (em pares), que acontece durante a formação dos esporos (meiose). Esse processo é chamado de *crossing over* ou permuta, sendo observado na meiose I (prófase I, subfase paquíteno), em que os cromossomos homólogos irmãos trocam partes de suas cromátides, possibilitando diversidade das espécies dentro daquela população, porém, mantendo o número de cromossomos específicos dela.



Assimile

A meiose também proporciona uma distribuição independente dos cromossomos, isto é, depois do emparelhamento dos cromossomos homólogos, ocorrerá uma divisão para formar os esporos. Neste momento, um homólogo paterno ou materno de um par poderá ficar em um esporo junto ao homólogo paterno ou materno de qualquer outro par.

Para melhor compreender essa relação, analise o exemplo do milho (*Zea mays* L.), que possui 10 pares de cromossomos, podendo originar 210 esporos geneticamente diferentes usando somente a distribuição independente dos cromossomos (JUDD, et al., 2009).

As espécies formam populações, que se definem como sendo um grupo de organismos que habitam uma área geográfica, interagindo entre si em relação à reprodução e competição dos recursos.



Reflita

Caro aluno, pense: como duas espécies semelhantes habitam a mesma área, ao mesmo tempo e continuam reprodutivamente isoladas?

Portanto, podemos dizer que dentro de uma classificação taxonômica as espécies são a unidade de maior relevância, pois formam os indivíduos reconhecíveis dentro de uma população.

Com isso, podemos dizer que no meio ambiente encontramos uma grande formação de variedades das espécies, que são representadas como populações e acabam se tornando isoladas reprodutivamente. Mediante a definição de população, outro fator que deve ser assimilado é a especiação das espécies.

Para as plantas, temos um processo chamado de especiação vegetal, em que, de forma não usual, pode ocorrer o cruzamento entre espécies diferentes ou gêneros distintos.

A especiação, portanto, pode ocorrer de formas distintas, sendo:

- **Especiação alopátrica:** ocorre quando temos a separação geográfica de uma população de indivíduos.
- **especiação simpátrica:** ocorre sem um isolamento geográfico, por meio de combinações e/ou alterações nos cromossomos dos organismos.



Espécie, em latim, significava “tipo”, assim podemos dizer que são tipos diferentes de organismos, portanto, uma definição biológica seria: espécie é um grupo de populações cujos indivíduos podem cruzar entre si (isolamento genético) e supostamente não cruzar com espécies diferentes, no entanto, essa situação na natureza se torna complexa, e para garantir uma identificação assertiva das espécies, os taxinomistas usam algumas estratégias, e uma delas é usar a morfologia, a anatomia e a fisiologia do indivíduo analisado para definir sua espécie.

O surgimento de raças e subespécies está ligado ao fator de especiação, podendo ser considerado uma das “etapas” da especiação. **Raças** apresentam diferenças morfológicas, mas têm crescimento conjunto e mantêm uma reprodução entre si, originando organismos intermediários. Já as **subespécies** possuem uma área geográfica menor, porém, mantêm a reprodução entre si. Com todos esses aspectos da especiação, ocorre um processo contínuo de divergência e bloqueio do fluxo gênico.

Outro aspecto de grande relevância na especiação é a hibridização, que acaba por produzir novas espécies de plantas denominadas híbridas. Os indivíduos que surgem desse processo são estéreis, mas podem se disseminar por reprodução assexuada. Como exemplo, temos o capim-do-prado (*Poa pratensis*), a hibridização proporciona a criação de muitas raças dessa gramínea, sendo que possuem um tipo de reprodução assexuada denominada apomixia. Isso quer dizer que sementes são formadas com embriões sem fecundação (duplicação de cromossomos), gerando um indivíduo idêntico ao “pai” (JUDD, et al., 2009).

Outro exemplo de especiação híbrida é o Trigo do pão (*Triticum aestivum*), espécie poliploides, consequência da hibridização natural entre o cultivado trigo tetraploide (*Triticum turgidum*) e a espécie *Triticum tauschii*.

Na Figura 3.2 observa-se o resultado da especiação simpátrica em espécies distintas de girassóis.

Figura 3.2 | Exemplo de especiação simpátrica em girassóis



Fonte: Evert e Eichhorn (2014, p. 226).

Helianthus anomalus é o resultado do cruzamento das espécies *Helianthus annuus* e *Helianthus petiolaris*, sendo que, nesse caso, o processo de especiação não envolve poliploidia. Morfologicamente, nota-se diferenças nas folhas, pecíolos e pétalas entre as espécies.



Vocabulário

Poliploides: são células ou organismos que possuem mais de dois conjuntos de cromossomos.

Autopoliploidia: ocorre quando a poliploidia gera a formação de novas espécies mediante duplicação dos cromossomos.

Alopoliploidia: resultado do cruzamento entre duas espécies diferentes, produzindo um híbrido denominado interespecífico.

As plantas com muitas estratégias ocuparam o ambiente terrestres de forma irreversível e nos proporcionaram uma atmosfera habitável e alimento, possibilitando a sobrevivência dos seres heterotróficos.

As modificações morfológicas das plantas foram fundamentais para que a dependência da água deixasse de existir e a ocupação

do ambiente terrestre acontecesse. Com o passar do tempo, modificações de fundo genético permitiram o surgimento de um sistema radicular capaz de absorver a água do solo, um sistema de transporte de substâncias pelo organismo da planta e ainda um sistema que evita a perda de água, como uma epiderme com cutícula. A princípio, surgiram dois eixos que deram origem às raízes e ao caule, e conforme as necessidades energéticas deste indivíduo aumentava, ou as condições climáticas se alteravam, novas modificações foram surgindo, como as folhas, o sistema reprodutor, as flores e os frutos.

Todos esses aspectos permitiram que os quatro grupos de plantas passassem por modificações que permitiram sua instalação em diferentes ambientes. Das briófitas às pteridófitas, seguindo para as gimnospermas e chegando nas angiospermas.

Após o domínio do ambiente terrestre, entra em ação mecanismos como a especiação para caracterizar a diversidade de espécies dentro de cada grupo.

Essa variedade de opções de plantas foi muito bem aproveitada pelo homem, como alimento, abrigo e materiais diversos. Para otimizar o uso dos recursos vegetais uma das estratégias foi a domesticação de alguns tipos (espécies) de plantas fundamentais na alimentação dos mamíferos.

A partir dessa premissa, a agricultura possibilitou uma otimização dos recursos vegetais voltados à alimentação. Se traçarmos uma linha do tempo da agricultura, iremos perceber que civilizações antigas, como os egípcios, já possuíam um sistema agrícola funcional, que supria as necessidades da população da época.

As primeiras plantações tinham como matéria-prima sementes selvagens, com o tempo, o homem começou a selecionar as sementes (variáveis genéticas específicas), e com isso surge a domesticação, que proporcionou as alterações genéticas em populações de plantas, que trouxe grãos maiores, eixos mais grossos, mais sementes, entre outras características; como exemplo, temos os cereais (cevada, trigo, arroz e milho).

Em vista da domesticação das espécies vegetais, uma particularidade que surgiu nesse processo é que a maioria das plantas domesticadas perderam suas características naturais de dispersão de sementes, aspecto primordial nas espécies selvagens para sua reprodução. Assim, as plantas domesticadas mantêm suas

sementes maduras, e isso permite ao homem realizar a colheita das mesmas para alimentação e/ou replantio.

O progresso dos sistemas de plantio foi alcançado com a evolução tecnológica ao longo do tempo. É importante citarmos Justus Von Liebig, considerado o pai da agricultura moderna. Anteriormente as suas pesquisas, acreditava-se em uma teoria do húmus, que definia que as plantas usavam como principais componentes as substância do solo e da água absorvidas pelas raízes. Essa teoria era embasada na observação de um solo fertilizado com matéria orgânica que possibilitava um crescimento mais eficiente das plantas.

Neste cenário, em 1840, Liebig, químico alemão, provou com experimentos que o carbono das plantas era proveniente do dióxido de carbono do ar atmosférico, e que a água e os sais minerais eram provenientes do solo. Foi ele quem criou o primeiro fertilizante artificial, e seguindo seus passos, em 1862, W. Knop listou os cinco elementos necessário para cultivar uma planta sem solo (hidroponia).

Em 1860, Abraham Lincoln cria o Departamento de Agricultura; em 1862, por sua vez, deu-se a expansão da agricultura norte-americana, e o ato de concessão de terras possibilitou a criação de escolas agrícolas, que foram fundamentais para o progresso da agricultura.

O progresso da domesticação das plantas proporcionou também a domesticação de animais; atualmente, o suprimento mundial de alimentos tem como prioridade 14 espécies de plantas agrícolas com maior representatividade mundial, sendo: trigo, arroz, milho, batata, batata-doce e mandioca, cana-de-açúcar, beterraba, feijão, soja, cevada, sorgo, coco e banana. Mas além dessas espécies, outras são destaque, dependendo da regionalidade.

Todos os aspectos relatados demonstram a evolução da agricultura e as vantagens geradas. No entanto, o grande crescimento populacional juntamente aos animais domésticos (representando 97% da biomassa de vertebrados do planeta) demanda uma produção de alimentos cada vez maior. Apesar da mecanização dos sistemas de plantação, adubação e colheita terem possibilitado a produção de alimentos em grandes quantidades, a estimativa de crescimento da população mundial (contabilizando mais de 9 bilhões de habitantes em 2050), justifica os estudos voltados ao âmbito agrícola para melhoria das espécies de interesse econômico. Dados da Organização das Nações Unidas para a alimentação e a agricultura (FAO - Food and

Agriculture Organization of United Nations) de 2008 apontaram que mais de 1 bilhão de pessoas estavam desnutridas.

Outro ponto relevante que devemos destacar com o avanço de grandes áreas destinadas à agricultura é a perda da biodiversidade com os desmatamentos, necessários para plantações.

Portanto, o progresso na agricultura nos possibilitou benefícios, mas também nos trouxe problemas. Algo que ainda causa desconforto é conseguir evitar o desemprego causado pelo uso da mecanização, irrigação e adubação automatizadas.

A revolução verde ocorreu na década de 1950, e foi possível mediante pesquisas de melhoramento vegetal e o uso de máquinas agrícolas. A revolução verde foi idealizada com o objetivo de eliminar a fome no mundo pelo aumento da produção de alimentos com uso de tecnologias e desenvolvimento científico. Ela teve como incentivador os Estados Unidos, mas se disseminou por todas as regiões.

Com a revolução verde e o uso dos defensivos agrícolas, a produção agrícola se intensificou. Os defensivos agrícolas podem ser substâncias químicas, físicas ou biológicas utilizadas para otimizar o processo de produção agrícola, evitando pragas que possam danificar os vegetais. No caso da agricultura brasileira se observa uma dependência de agrotóxicos para a produção em grande escala. Os impactos negativos desse uso ao meio ambiente são percebidos com a contaminação de lençóis freáticos bem como de solo. Além de causar desequilíbrio ao ecossistema, a partir do momento que o sistema hídrico de uma área é contaminado, a população local passa a correr os riscos de contaminação pela água.

O consumo de alimentos cultivados com agrotóxicos pode levar a intoxicações, alterações nos genes e alteração celular, que pode acarretar a formação de tumores. Além dessas consequências, observa-se a contaminação das pessoas responsáveis pela aplicação desses químicos nas plantações e das populações que vivem no entorno de grandes plantações. Portanto, a busca por ações mitigadoras é reconhecida por órgãos como Anvisa, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Dentre as alternativas para minimizar os problemas ocasionados pelos processos utilizados na agricultura, visando o cultivo com meios mais sustentáveis, temos, por exemplo, o controle biológico

de pragas. Ainda, tem-se a opção do consumo de alimentos orgânicos que seriam produzidos sem o uso de agrotóxicos, no entanto, caso não seja possível a implementação de medidas que amenizem o uso desses químicos, a Anvisa controla a quantidade máxima que podemos consumir de agrotóxico no decorrer da vida sem um possível prejuízo.

Na busca por um controle maior no uso de agrotóxicos, podemos citar o melhoramento genético, desvinculando a ideia de que os agrotóxicos são a única forma de uma produção em grande escala.

O melhoramento genético é possível por meio de alterações genotípicas, o que causa uma modificação na estrutura morfológica de interesse alimentício (fenotípica). Dessa forma, objetiva-se alcançar uma variedade com melhores características, como resistência a pragas, menor tempo de crescimento, maior vigor, dentre outras. Como exemplo, podemos citar o trigo e o arroz, que, a partir de um método de reprodução em variedades semianãs resistentes a doenças, obteve-se uma espécie mais resistente e com melhor produtividade mediante os fertilizantes usados.

Um outro exemplo de melhoramento genético é o da cana-de-açúcar, que foi realizado a partir do isolamento de características morfológicas, fisiológicas e anatômicas mediante a manipulação de diferentes espécies, como a *Saccharum officinarum*, que tem alto teor de açúcar, e a *Saccharum spontaneum*, que apresenta maior vigor e tolerância às pragas e doenças. Esse processo proveu a resistência das espécies atualmente utilizadas como cultivares.

Outros isolamentos ainda utilizam as espécies *Saccharum robustum*, *Saccharum sinense* e *Saccharum barberi*, visando criar uma variedade com os aspectos de interesse das espécies iniciais. Qualquer que seja o procedimento realizado, o mesmo objetiva resultar em uma variedade que tenha resistência a doenças, tolere a colheita mecanizada, apresente boa resistência à seca, não tenha inflorescência e tenha maior tempo de vida.



Assimile

As angiospermas têm origem em processos de especiação de outro grupo (Gimnospermas), sendo que sua linhagem evolutiva está diretamente relacionada ao seu melhoramento genético (por meio de

adaptações ao ambiente e variabilidade genética), como condicionante para seu adensamento e ocupação terrestre, sem intervenção antrópica. Dessa forma, o melhoramento genético é uma ferramenta que, por meio de intervenções, buscam melhorar as condições das espécies.

Os estudos, a criação e o manejo de mudas melhoradas geneticamente de cana-de-açúcar são feitos por centros especializados, como, por exemplo, Instituto Agrônomo de Campinas e, ainda, empresas privadas. Após a criação das mudas, as mesmas são comercializadas aos produtores do setor.

Na Figura 3.3 você poderá observar um muda de cana-de-açúcar desenvolvida a partir do processo de melhoramento genético.

Figura 3.3 | Produção de mudas de cana-de-açúcar em laboratório



Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_70_711200516719.html>. Acesso em: 19 maio 2018.

Portanto, o que se observa no mundo atual são aspectos de tecnologia aliados à busca por plantas mais resistentes a pragas, com maior produtividade, e, conseqüentemente, uma diminuição no uso de agrotóxicos.



No Portal do Agronegócio você pode entender um pouco mais sobre os aspectos positivos do melhoramento agrícola, como a pesquisa desenvolvida que demonstra a primeira soja tolerante a percevejo. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/pesquisa-desenvolve-primeira-soja-tolerante-a-percevejo-172850>> Acesso em: 19 jun. 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno, nesta seção você estudou os aspectos envolvidos na especiação das plantas e percebeu que a ocupação do ambiente terrestre por elas foi proporcionada pelas modificações morfológicas decorrentes dos processos evolutivos e com o intuito de condicionar maior produção de energia e adequação em ambientes diversos. Essas modificações condicionaram a especiação em quatro grupos de plantas, ocasionando uma grande diversidade. Para você assimilar esses conceitos, vamos voltar a nossa situação hipotética na qual você trabalha como agrônomo e está desenvolvendo o primeiro programa de capacitação para os produtores agrícolas do Sudeste brasileiro. Nesse primeiro momento, você aplicou o programa intitulado “Mudas: melhoramento genético”, pois o objetivo do produtor era alcançar uma melhor rentabilidade com a cana-de-açúcar, e como essa planta faz parte do grupo das angiospermas, que tem origem em processos de especiação de outro grupo (Gimnospermas), sua linhagem evolutiva está diretamente relacionada ao seu melhoramento genético (por meio de adaptações e variabilidade genética), como condicionante para seu adensamento e ocupação terrestre, sem intervenção antrópica.

Partindo desses pressupostos e com os avanços tecnológicos, possibilita-se a aplicação dos conceitos de melhoramento genético por meio de alterações genotípicas, mediante manipulação das espécies na busca por uma planta com as características estruturais/morfológica de interesse alimentício (fenotípica) e/ou de maior resistência a pragas.

A criação de mudas melhoradas geneticamente de cana-de-açúcar é feita por centros especializados, como, por exemplo, o

Instituto Agronômico de Campinas e, ainda, empresas privadas, sendo, posteriormente, disponibilizada para uso comercial.

É possível, mediante manipulação de diferentes espécies, como a *Saccharum officinarum*, que tem alto teor de açúcar, e a *Saccharum spontaneum*, que apresenta maior vigor e tolerância às pragas e doenças, obter uma variedade que tenha maior resistência. Assim, a propriedade em que você está trabalhando poderá receber a variedade melhorada de cana adquirida de uma empresa especializada nessas mudas.

Avançando na prática

Melhoramento Genético

Descrição da situação-problema

Coloque-se no papel de um dos agrônomos de uma multinacional que desenvolve uma variedade de trigo modificada geneticamente e que vem apresentando uma boa produtividade, gerando o interesse de produtores.

Você está participando de um evento da empresa que tem o objetivo de divulgar a nova variedade, orientando os produtores sobre os aspectos gerados pelo melhoramento da planta. Um dos produtores te questiona: o que é exatamente o melhoramento genético? Como pode ocorrer a melhora da produção com plantas modificadas geneticamente?

E agora, como você responderá ao produtor?

Resolução da situação-problema

O melhoramento genético é possível por meio de alterações genotípicas, o que causa uma modificação na estrutura morfológica de interesse alimentício (fenotípica). Dessa forma, objetiva-se alcançar uma variedade com melhores características, como resistência a pragas, menor tempo de crescimento, maior vigor, dentre outras. Como exemplo, podemos citar o trigo e o arroz, que, a partir de um método de reprodução em variedades semianãs resistentes a doenças, obteve-se uma espécie mais resistente e com melhor produtividade mediante os fertilizantes usados.

Faça valer a pena

1. A especiação é um processo em que pode ocorrer o cruzamento extenso entre espécies diferentes ou mesmo entre gêneros distintos. Por exemplo, um cavalo poderá cruzar com um burro e gerar asnos, que serão estéreis. São espécies diferentes dentro de um mesmo filo. Dentro das definições de especiação, podemos ter a separação geográfica de uma população ou não.

Mediante o texto-base, defina quais os dois tipos de especiação de acordo com a separação proporcionada.

- a) Especiação alopátrica e especiação simpática.
- b) Especiação continental e especiação simpática.
- c) Especiação simpática e especiação territorial.
- d) Especiação alopátrica e especiação continental.
- e) Especiação continental e territorial.

2. A agricultura com a domesticação das sementes se destacou no cenário mundial. Desde a pré-história, os egípcios possuem sistema de plantações organizadas, mas com o passar das eras e o avanço tecnológico, muito se melhorou nesse sistema de obtenção de alimentos.

Análise as asserções abaixo e a relação entre elas.

- I) O progresso na agricultura nos possibilitou benefícios, mas também nos trouxe problemas. Algo que ainda causa desconforto é conseguir evitar o desemprego causado pelo uso automatizado da mecanização, irrigação e adubação.

Porque

- II) O grande crescimento populacional juntamente aos animais domésticos (representando 97% da biomassa de vertebrados do planeta) demanda uma produção de alimentos cada vez maior.

Acerca dessas asserções, assinale a opção correta.

- a) A asserção I é uma proposição verdadeira e a II é uma proposição falsa.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- c) Asserções I e II são proposições verdadeiras e a II é uma justificativa correta da I.
- d) A asserção I é uma proposição falsa e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

3. O consumo de alimentos cultivados com agrotóxicos pode levar a intoxicações, alterações nos genes e alteração celular – que pode acarretar a formação de tumores. Além disso, pode-se observar a contaminação dos aplicadores destes químicos nas plantações e nas populações que vivem no entorno de grandes plantações; logo a busca por ações mitigadoras é reconhecida por órgãos como Anvisa, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Ministério do Desenvolvimento Agrário. Esses órgãos recomendam alternativas para o cultivo com meios mais sustentáveis, como o controle biológico de pragas, e, ainda, orientam ao consumo de alimentos orgânicos que produzidos sem o uso de agrotóxicos. No entanto, caso não seja possível a implementação de medidas que amenizem o uso desses químicos, a Anvisa controla a quantidade máxima que podemos consumir de agrotóxico no decorrer da vida sem um possível prejuízo.

Referente ao melhoramento genético, avalie as afirmações.

- I) O melhoramento genético é possível por meio de alterações genotípicas, o que causa uma modificação na estrutura morfológica de interesse alimentício (fenotípica).
- II) O melhoramento genético só é possível nas culturas de arroz, por meio de alterações genotípicas, o que causa uma modificação na estrutura morfológica de interesse alimentício (fenotípica).
- III) O melhoramento genético só é possível nas culturas de trigo, por meio de alterações genotípicas, o que causa uma modificação na estrutura morfológica de interesse alimentício (fenotípica).

Assinale a alternativa correta.

- a) Está correta apenas a afirmativa II.
- b) Está correta apenas a afirmativa III.
- c) Estão corretas as afirmativas II e III.
- d) Está correta apenas a afirmativa I.
- e) Estão corretas as afirmativas I e II.

Seção 3.2

Diversidade de angiospermas e gimnospermas

Diálogo aberto

Olá! Caro aluno, depois de estudar a morfologia, a sistemática e a especiação dos grupos de plantas, agora você poderá observar as diferenças entre as gimnospermas e as angiospermas, percebendo as vantagens de cada grupo frente ao desafio de se manter próspero em diferentes ambientes. Destacaremos a evolução e como as características de cada grupo se comportaram nesse processo, levando à incrível diversidade que observamos no mundo atual.

Para imergir nessa diversidade, vamos recordar nosso contexto, no qual você desenvolve um programa de capacitação em uma empresa que presta auxílio aos produtores de cana-de-açúcar. Dando continuidade à implantação dos programas nas propriedades, seu enfoque será: “Implantação da cana-de-açúcar”, sendo que, nessa propriedade no estado do Paraná, a cultura desenvolvida é o pinheiro, voltado para a produção de madeira. O produtor, notando que os agricultores do estado de São Paulo estão obtendo sucesso no cultivo da cana-de-açúcar e retorno financeiro mais rápido que ele obtém com o pinheiro, gostaria de verificar se há viabilidade de investir na mesma, enxergaram assim a oportunidade de substituição de suas plantações atuais, visando aumentar seus rendimentos.

O que o produtor não percebe é que a sua propriedade está em uma área de declive acentuado, além de possuir clima seco e frio, diferentemente dos produtores paulistas, que realizam o plantio em áreas planas, de clima mais quente e úmido.

E agora, agrônomo, quais são as orientações para esse produtor? É indicado que ele faça a substituição das culturas? Quais aspectos biológicos, morfológicos e operacionais influenciaram sua decisão?

Ao final desse trabalho, você precisará desenvolver um laudo que deverá conter seu parecer e suas justificativas para a implantação ou não da cana-de-açúcar na região solicitada. Esse laudo deverá ser entregue à empresa com a avaliação dos fatores

de especiação e de dados taxonômicos da cultura da cana-de-açúcar para cada propriedade que aplicou a capacitação.

Vamos a mais esse desafio!

Não pode faltar

Caro aluno, na primeira seção desta unidade falamos da evolução das plantas, do processo de especiação e alguns aspectos positivos e negativos da agricultura. Vimos também os aspectos morfológicos das espécies que permitem o melhoramento genético. Nesta segunda seção abordaremos a evolução e a diversidade das Gimnospermas e Angiospermas.

Você lembra que na seção 1.2 falamos da origem dos quatro grupos de plantas, Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas, e os aspectos mais simples das plantas até o surgimento das flores com as angiospermas? Agora falaremos em destaque da evolução das gimnospermas e angiospermas.

Estas surgem a partir da evolução das criptógamas, apresentando características reprodutivas diferentes, sendo denominadas espermatófitas (plantas geradoras de sementes). As mesmas formam cinco filos, sendo quatro de gimnospermas e um pertencente as angiospermas.

A separação entre tais filos é representada em: Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta, Gnetophyta, perfazendo as Gimnospermas e Anthophyta, sendo o filo das Angiospermas.

Os quatro filos das gimnospermas variam muito na aparência e habitat, sendo que, diversos autores os definem como um grupo parafilético, amparados por meio dos estudos de fósseis, mediante conceitos da filogenia atual (EVERT. et al, 2014). Vale ressaltar que atualmente existem estudos a nível molecular, apresentando resultados positivos no âmbito de caracterizar o grupo como monofilético.

O fator de maior relevância na evolução das plantas foi o surgimento da semente, sendo que esse processo foi identificado a partir de estudos de fósseis de progimnospermas, nos quais observou-se os aspectos de transição das plantas vasculares sem sementes que possibilitaram o surgimento das plantas com sementes. Caso não recorde sobre o surgimento das sementes, releia o conteúdo que estudamos na Unidade 1 deste livro didático.



Assimile

Segundo Evert (et al., 2014), as progimnospermas são um grupo que existiu no Paleozoico Superior, apresentando algumas características próximas às coníferas atuais, podendo ser consideradas o estágio "intermediário" do surgimento do primeiro grupo de plantas com sementes (Gimnospermas).

A relação da evolução das plantas com semente se caracteriza melhor quando compreendemos que os ancestrais desses organismos tinham como característica a homosporia (um único tipo de esporo e gametófito bissexuado), evoluindo para heterosporia, produzindo dois tipos de esporos (masculino e feminino).

A heterosporia, portanto, é o grande evento da evolução em direção à formação das sementes, que, por meio da análise de diferentes fósseis, passou por diversas transformações no processo de evolução. Vale ressaltar que, destacam-se três aspectos evolutivos na passagem de progimnospermas para gimnosperma, sendo:

- 1) A transformação de homosporia para heterosporia.
- 2) O aparecimento do tegumento que proporcionou uma proteção envolvendo o megasporângio.
- 3) A formação morfológica de estruturas reprodutivas para receber o grão de pólen, possibilitando a fecundação sem a dependência da água.



Assimile

Os fósseis do final do Devoniano demonstram a passagem da homosporia para a heterosporia, fator essencial para o surgimento das sementes.

Dentre as características morfológicas das gimnospermas, podemos citar espécies com a presença de raízes, caule e folhas heterosporadas, com destaque para a endosporia, isto é, quando o gametófito se origina dentro da parede do esporo. Possuem sementes nuas expostas juntamente aos óvulos. As espécies presentes no filo Coniferophyta (coníferas) têm suas partes reprodutivas nomeadas estróbilos ou cones, formados por ramos caulinares alterados. O ciclo de vida se caracteriza por ser diplobionte, com alternância

de gerações, como estudamos na Seção 1.3. Outra característica que não podemos deixar de destacar são as diferenças no sistema de condução de substâncias das angiospermas e gimnospermas, sendo que estas só possuem traqueídes, constituindo seu sistema de condução. Vale ressaltar que, essa premissa não se aplica para as espécies presentes no filo Gnetophyta (gimnospermas), que apresentam vasos e outras semelhanças com angiospermas.

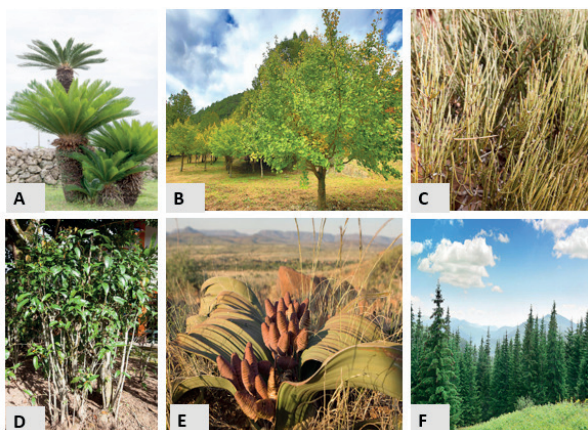
As sementes proporcionaram às gimnospermas a colonização de ambientes mais secos, ao condicionar o embrião à sobrevivência em temperaturas baixas, uma vez que a ação protetora do tegumento evita a dessecação do embrião.

Segundo Evert, et al. (2014), os quatro filos atuais das gimnospermas são:

- **Coniferophyta**: coníferas que dominam as formações florestais e os climas temperados.
- **Cycadophyta**: cicadáceas.
- **Ginkgophyta**: representada apenas pela espécie *Ginkgo biloba* L.
- **Gnetophyta**: possui três gêneros, sendo *Ephedra* L., *Gnetum* L., e *Welwitschia* Hook. f.

Na figura 3.4, você poderá observar as imagens de representantes de cada filo das gimnospermas.

Figura 3.4 | Gimnospermas: A) Cicadáceas; B) *Ginkgo biloba* L.; C) *Ephedra*; D) *Gnetum*; E) *Welwitschia*; F) Coníferas.



Fonte: <<https://goo.gl/uMdZ2g>>; <<https://goo.gl/stcGmE>>; <<https://goo.gl/vFcaIN>>; <<https://goo.gl/4EzSv1>>; <<https://goo.gl/D478XE>>; <<https://goo.gl/8cpNnV>>. Acesso em: 31 maio 2018.

As coníferas apresentam grande valor econômico, uma vez que são utilizadas como matéria-prima em vários setores da indústria. Ainda são denominadas de madeira mole (fibras longas) por serem cortadas com facilidade em comparação a algumas angiospermas, chamadas de madeira dura. No entanto, essa denominação nem sempre reflete a dureza real da planta. Por exemplo, os indivíduos da espécie *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franc, (o abeto de douglas) são fonte de madeira para a construção civil.

As coníferas são as plantas com maior representatividade em grandes altitudes; nas regiões onde os invernos são longos e com baixas temperaturas e ventos secos (Norte dos Estados Unidos, Canadá e Rússia). Nessas áreas, as gimnospermas apresentam vantagens sobre as angiospermas, pois como não possuem vasos condutores, não ocorre o congelamento do fluxo de água nos mesmos. Outra vantagem são as folhas mais estreitas, perfazendo menor superfície exposta ao ambiente e, assim, menor possibilidade de congelamento. Apesar da grande maioria das espécies de coníferas se encontrarem no hemisfério Norte, existem espécies da família Araucariaceae nativos do hemisfério Sul, sendo utilizados como fonte de madeira e combustível.

As plantações de pinheiros têm se mostrado rentáveis não só pela madeira, mas pela extração de resina, substância transportada ao longo da planta que a protege de predadores.

Quando a árvore sofre algum dano em seu caule, a resina é expelida para efetuar a cicatrização dessa lesão. Esse tipo de substância tem sido usado na indústria do papel, alimentícia, de cosméticos, etc.

A extração de resina deve respeitar o desenvolvimento dessa planta até a idade adulta; está relacionada com o caule, possibilitando ganhos econômicos com a resina. Um exemplo de extração dá-se avaliando o diâmetro do caule da árvore, que deve ser maior do que 12 centímetros (isso corresponde a uma árvore de, no mínimo, 8 anos).

Em relação às características morfológicas de valor econômico das coníferas, podemos citar a utilização do caule como matéria-prima em diversos setores da indústria (papel, papelão, laminados, compensados, dentre outros), uma vez que apresenta madeira de baixa densidade e fibras longas, tendo o caule de aspecto reto e diâmetro entre 0,60 e 0,80 metros, sendo esse, o fator mais importante para o rendimento da madeira.



Você sabia que a idade da árvore influencia diretamente a qualidade e as características da madeira? Para saber mais, leia o artigo intitulado *Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de Pinus taeda* L. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n3/a14v27n3.pdf>> Acesso em: 2 jul. 2018.

Existem diferentes formas de extração, bem como variações e adaptações das mesmas para melhor atender aspectos de eficiência por meio da tecnologia disponível. Em geral, para tanto, são requeridas algumas ferramentas, como o estriador de bico, estriador com formato de "U", aplicador de pasta ácida, raspador de resina, raspador de tronco e recipiente para coleta. Efetua-se a limpeza do tronco e na base dessa árvore é realizada uma marcação; então, coloca-se o recipiente coletor e faz-se as estriagens (sulcos) profundas para liberação da resina, podendo ser potencializada pela estimulação por meio da aplicação da pasta ácida.

No Quadro 3.1 você poderá verificar a diversidade das coníferas.

Quadro 3.1 | Diversidade de coníferas

Gênero	Nome comum	Características da planta
<i>Abies</i> Mill.	Abeto	Folhagem macia e cones eretos.
<i>Araucaria</i> Juss.	Araucária	Encontrada no hemisfério Sul.
<i>Cedrus</i> Trew	Cedro	Folhas aciculadas em densos agrupamentos.
<i>Cupressus</i> L.	Cipreste	Arbustos com estróbilos carnosos.
<i>Juniperus</i> L.	Zimbro	Folhas aciculadas.
<i>Larix</i> Mill.	Lariço	Decíduas.
<i>Picea</i> A. Dietr.	Abeto Vermelho	Folhagem espinhosa com cones pendulares.

<i>Pinus</i> L.	Pinheiro	Folhas aciculares
<i>Podocarpus</i> L'Hér. ex Pers.	Podocarpo	Estróbilos com estrutura carnosa.
<i>Pseudotsuga</i> Carrière	Abeto	Madeira utilizada na construção civil.
<i>Sequoia</i> Endl.	Sequoia	As árvores mais altas conhecidas.
<i>Sequoiadendron</i> J. Buchholz	Sequoia	As árvores mais volumosas conhecidas.
<i>Taxodium</i> Rich.	Cipreste-do-pântano	Decíduas.
<i>Taxus</i> L.	Teixo	Fonte de taxol, composto antitumoral.
<i>Tsuga</i> (Endl.) Carrière	Árvore de cicuta	Coroa amplamente cônica.

Fonte: adaptado de Nabors (2012).



Refleta

Mediante seus conhecimentos sobre as plantas, por que as gimnospermas apresentam vantagens seletivas sobre as angiospermas em regiões montanhosas, frias e com ventos constantes?

Com a mesma origem evolutiva (a partir da heterosporia), as angiospermas são representadas atualmente por cerca de 257 mil espécies (Judd et al, 2009) inseridas dentro do filo Athophyta, com mais de 450 famílias que se diferenciam entre si pela estrutura morfológica das flores.

A evolução das angiospermas se iniciou na era Mesozoica, fato corroborado pelos fósseis datados de 130 a 145 milhões de anos atrás. Sua expansão por todos os ambientes foi intensa, devido às características evolutivas como a presença de tubos polínicos (que permitiram a reprodução em ambiente terrestre) e o envoltório da semente (que protege o embrião da dessecação).

O óvulo e a semente têm uma proteção maior com a formação do fruto, que é, em geral, um ovário maduro. Os frutos podem

auxiliar na dispersão das sementes, que ao atraírem os animais, que se alimentarão dos mesmos, proporcionarão a zoocoria (síndrome de dispersão de semente por animais).

A presença dos vasos condutores é outro fator evolutivo desse grupo; possibilitam a condução da água com maior eficiência do que os traqueídes das gimnospermas e as folhas decíduas, presentes na maioria das espécies do grupo, permitindo a sobrevivência em estações de seca e frio.

Além das características citadas anteriormente, o aspecto de maior diferenciação do grupo para os demais são as flores. Comparativamente, as gimnospermas precisam de elementos como vento e besouros para efetuar sua polinização, e as angiospermas, por meio de suas flores com cores e odores diversos, possibilitam um maior número de possibilidades de síndromes de dispersão (atraem diversos tipos de polinizadores, como vimos na Seção 2.2).

Resumidamente, podemos dizer que as características pertencentes às angiospermas são:

- Flores.
- Sementes envoltas por um carpelo.
- Fertilização dupla, que gera o endosperma.
- Formação de microgametófito reduzido com três células.
- Megagametófito reduzido.
- Estames com pares duplos de sacos polínicos.

Dentro do filo Anthophyta temos duas classes mais representativas: **monocotiledôneas** (pelo menos 90.000 espécies) e **dicotiledôneas** (classificadas como eudicotiledôneas, com pelo menos 200.000 espécies). Com o avanço da tecnologia e os estudos moleculares para definir a origem e a evolução das plantas, chegou-se à conclusão que as dicotiledôneas não são monofiléticas, tendo ancestrais de várias linhagens.

Vale ressaltar que, apesar das classes anteriores possuírem maior representatividade, temos que a linhagem mais antiga das angiospermas é a chamada “basais” e a primeira a divergir foi a dos representantes do clado magnoliídeas. No Quadro 3.2 você poderá comparar as características das angiospermas no decorrer do seu processo de evolução.

Quadro 3.2 | Comparação dos quatro principais grupos de angiospermas

	Angiospermas basais (cerca de 0,5% das espécies). Ex.: <i>Amborella</i> Baill.	Magnoliídeas (cerca de 25% das espécies). Ex.: Louro, abacate, magnólias, etc.	Monocotiledôneas (cerca de 28% das espécies). Ex.: Gramíneas, orquídeas, lírios, etc.	Eudicotiledôneas (cerca de 69% das espécies). Ex.: Rosas, uvas, ervilhas, maçãs, etc.
Flores	Organização geral espiralada, muitas peças florais, carpelos tubulares, anteras e filetes pouco diferenciados.	Organização geral espiralada, poucas ou numerosas peças florais, carpelos conduplicados, anteras e filetes pouco diferenciados.	Organização geral verticilada, peças florais geralmente em múltiplos de três, carpelos conduplicados, anteras e filetes geralmente bem diferenciados.	Organização geral verticilada, peças florais geralmente em múltiplos de quatro ou cinco, carpelos conduplicados, anteras e filetes geralmente em diferenciados.
Pólen	Uma abertura	Uma abertura	Uma abertura	Três aberturas
Sementes	Dois cotilédones	Dois cotilédones	Um cotilédone	Dois cotilédones
Venação foliar	Reticulado	Reticulado	Paralelo	Peticulado

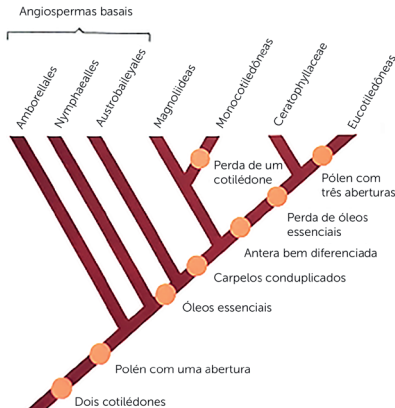
Fonte: adaptado de Nabors (2012).



Exemplificando

Na Figura 3.5 você poderá analisar um diagrama que reflete as possíveis relações evolutivas dos principais grupos de angiospermas, com base no sequenciamento de DNA.

Figura 3.5 | Visão geral da evolução das angiospermas

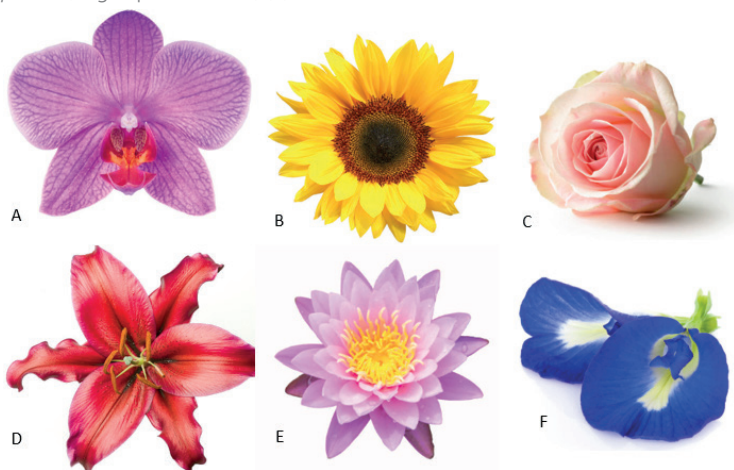


Fonte: Nabors (2012, p. 514).

O avanço das angiospermas no ambiente terrestre ocorreu no período Cretáceo, em que também houve a divisão dos supercontinentes (posterior à deriva continental denominada Pangeia), acarretando a necessidade de grande adaptação dessas plantas, uma vez que foram levadas a diferentes climas. Tem-se que, por meio dessa condição, foi possível o surgimento da grande diversidade desse grupo com mais de 450 famílias. Segundo Nabors (2012), são mais de 250 mil espécies e 13 mil gêneros, sendo as flores, frutos e folhas os fatores de diferenciação.

Como exemplo da grande diversidade, temos: Poaceae (gramíneas); Orchidaceae (orquídeas); Asteraceae (girassol); Fabaceae (leguminosas); Cucurbitaceae (abóboras, melões, pepinos, melancias); Salicaceae (salgueiros). As Lemnaceae (menores angiospermas, lentilhas d'água), outrora consideradas uma família, atualmente são consideradas uma subfamília das Araceae (Inhame, Taioba, Comigo-ninguém-pode). Na Figura 3.6, você poderá observar a imagem de diversas angiospermas, com as flores de cores e formas diferentes, marcando a diversidade desse grupo.

Figura 3.6 | Diversidade floral: (A) Orquídea (B) Girassol (C) Rosa (D) Lírio (E) *Nymphaea* (angiosperma basal) (F) Flor da ervilha

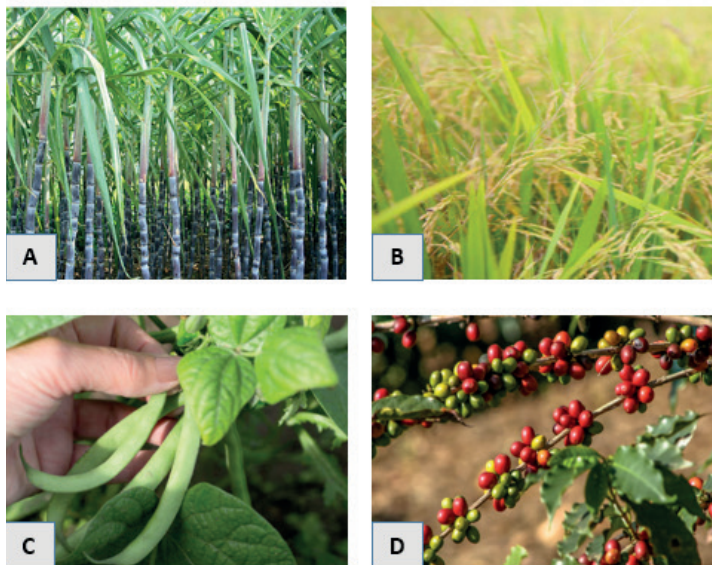


Fonte: <<https://goo.gl/3xzXcH>>; <<https://goo.gl/cC1W21>>; <<https://goo.gl/RtKcGj>>; <<https://goo.gl/JgAxFh>>; <<https://goo.gl/sNfb8R>>; <<https://goo.gl/FB8rb8>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

Na figura, fica evidente as diferenças entre as flores em relação à quantidade e à disposição de suas sépalas, pétalas, bem como as demais estruturas reprodutivas.

Na Figura 3.7 estão representadas algumas angiospermas das famílias Poaceae e Fabaceae, que são de amplo interesse agrícola. Atente-se para a diferença de venação nas folhas.

Figura 3.7 | Angiospermas de interesse agrícola: (A) Cana-de-açúcar (B) Arroz (C) Feijão (D) Café



Fonte: <<https://goo.gl/DBbtqq>>; <<https://goo.gl/dXUXCN>>; <<https://goo.gl/n8k9Jz>>; <<https://goo.gl/bnwRmk>>. Acesso em 2 jun. 2018.

As angiospermas têm um papel fundamental na sobrevivência dos seres humanos, sendo a base da alimentação e da fabricação de inúmeros itens, como, por exemplo, os medicamentos. Economicamente, podemos citar a cana-de-açúcar (família Poaceae, monocotiledônea), que além de pertencer a indústria de alimentos, ainda tem papel de destaque na fabricação de combustível. Apesar da viabilidade econômica do plantio da cana-de-açúcar, visto a crescente tendência de mecanização, seja pela evolução tecnológica ou atendimento às legislações ambientais (cada vez mais restritivas no âmbito agrícola, referentes aos processos de plantio e/ou colheita), as plantações são caracterizadas em áreas planas, passíveis de mecanização.



O que acha de conhecer um pouco mais sobre o valor econômico do *Pinus* L. que envolve exploração da madeira e da resina? Para aprender um pouco mais sobre o assunto, leia o artigo: *Avaliação econômica de floresta de pinus para produção de madeira e resina*. Publicada pela revista *Agrogeoambiental*.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Avaliação econômica de floresta de *Pinus* para produção de madeira e resina. **Agrogeoambiental**, Minas Gerais, p. 26-30, ago. 2009. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/73/71>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

E ainda: as angiospermas podem ser utilizadas para produção de medicamentos. Para saber mais, leia o artigo: *Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado*.

SILVA, A. F.; RABELO, M. F. R.; ENOQUE, M. M. Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 1016-1030, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v17n4s3/1516-0572-rbpm-17-4-s3-1016.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno, nesta seção você analisou a evolução, diferenciação e caracterização dos dois maiores grupos de plantas: as gimnospermas e as angiospermas. Vimos o valor econômico das gimnospermas e angiospermas, sendo que, no caso do último grupo, foi possível perceber a sua grande diversidade. Para aplicar os conceitos aprendidos, vamos retomar nosso contexto, no qual o produtor visa substituir a cultura atual pela cana-de-açúcar. O tema de sua capacitação para essa propriedade é “Implantação da cana-de-açúcar”, verificando se há viabilidade.

Analisando a propriedade, verifica-se que a cultura atual é o pinheiro para extração de madeira, cultivado em uma área de declive, clima seco e frio. Dessa forma, você inicia a capacitação salientando que alterar a

cultura de gimnosperma para uma angiosperma não será benéfico, uma vez que o local não apresenta os requisitos necessários para o mesmo.

Adentrado no âmbito das características morfológicas, o pinheiro é uma gimnosperma representada por plantas com raízes, caule e folhas, heterosporadas, com destaque para a endosporia (gametófito se origina dentro da parede do esporo). As partes reprodutivas são nomeadas estróbilos ou cones, formados por ramos caulinares alterados, com ciclo de vida diplobionte, com alternância de gerações.

Essas características, aliadas à presença das sementes, proporcionaram às gimnospermas a colonização de ambientes mais secos, uma vez que condicionaram ao embrião condições de sobreviver em temperaturas baixas, por meio da ação protetiva do tegumento contra a dessecação do embrião.

As coníferas são as plantas com maior representatividade em grandes altitudes, locais onde os invernos são longos, com baixas temperaturas e ventos secos.

Nessas áreas, as gimnospermas apresentam vantagens sobre as angiospermas, pois como não possuem vasos condutores, não ocorre o congelamento do fluxo de água nos mesmos. Além disso, como possuem folhas mais estreitas, acabam tendo menos superfície para expor ao ambiente e assim menor possibilidade de congelamento. Esses fatores provêm dos processos de evolução ocorridos outrora, que possibilitaram a ocupação dos diferentes ambientes terrestres pelas plantas, bem como sua adaptação em locais anteriormente inóspitos.

Dessa forma, o cultivo do pinheiro mostra-se mais adequado para as condições do local, bem como possui maior vantagem econômica para esse produtor.

Economicamente, a cana-de-açúcar (família Poaceae, monocotiledônea) tem papel de destaque no Brasil. Porém, apesar da viabilidade econômica do seu plantio, visto a crescente tendência de mecanização, seja pela evolução tecnológica ou atendimento às legislações ambientais (cada vez mais restritivas no âmbito agrícola, referentes aos processos de plantio e/ou colheita), as plantações são caracterizadas em áreas planas, passíveis de mecanização.

No caso do produtor em questão, ao analisar as condições, você o aconselha a manter a produção de pinheiros, pois a área apresenta declive incompatível com a mecanização, e o clima é seco e frio, dando mais vantagens a uma gimnosperma.

Gimnosperma economicamente viáveis

Descrição da situação-problema

Você é o engenheiro agrônomo responsável por uma grande plantação de Pinus na região montanhosa de São José de Alta Viçosa - ES, que vem se destacando pela extração de resina bem como pela utilização da madeira dessas árvores. Essa espécie de gimnosperma produz essa resina naturalmente, utilizada por ela como proteção contra predadores.

No local, você nota uma baixa quantidade de resina extraída por uma das equipes, as quais têm realizado a coleta em indivíduos com diâmetro inferior a 10 cm e por meio de equipamentos improvisados. Quando você argumenta com os mesmos que trata-se de uma espécie fora da idade correta de extração e que são necessários os equipamentos corretos, surgem os seguintes questionamentos: uma vez que a extração não deve ocorrer em qualquer idade da planta, quais aspectos morfológicos ajudam nessa identificação? Quais as características morfológicas dessa planta são viáveis economicamente?

Resolução da situação-problema

As plantações de pinheiros têm se mostrado rentáveis, seja pela utilização da sua madeira ou pela extração de resina, substância transportada ao longo da planta, que a protege de predadores, sendo que, quando a árvore sofre algum dano em seu caule, a resina é expelida para efetuar a cicatrização dessa lesão. Esse tipo de resina tem sido usado na indústria do papel, de alimentos, de cosméticos, etc.

A extração de resina deve respeitar o desenvolvimento dessa planta até a idade adulta, e está relacionada a uma lesão no caule, possibilitando ganhos econômicos com a resina. Um exemplo de extração faz-se avaliando o diâmetro do caule da árvore, que deve ser maior que 12 centímetros (isso corresponde a uma árvore de, no mínimo, 8 anos).

Em relação às características morfológicas de valor econômico das coníferas, podemos citar a utilização do caule como matéria-prima em diversos setores da indústria (papel, papelão, laminados, compensados, dentre outros), uma vez que apresenta madeira de

baixa densidade e fibras longas, tendo o caule de aspecto reto e diâmetro que fica entre 0,60 e 0,80 metros, sendo esse o fator mais importante para o rendimento da madeira.

Faça valer a pena

1. O processo de evolução das gimnospermas e angiospermas deu-se a partir das espermatófitas ou fanerógamas, que são as plantas geradoras de sementes, formando cinco filós, sendo eles: Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta, Gnetophyta e Anthophyta.

Marque a alternativa que representa os filós de gimnospermas.

- a) Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta, Anthophyta.
- b) Anthophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta, Gnetophyta.
- c) Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta, Gnetophyta.
- d) Cycadophyta, Ginkgophyta, Anthophyta, Gnetophyta.
- e) Cycadophyta, Anthophyta, Coniferophyta, Gnetophyta.

2. As coníferas são as plantas com maior representatividade em grandes altitudes, nas regiões onde os invernos são longos, com baixas temperaturas e ventos secos (exemplos: Norte dos Estados Unidos, Canadá e Rússia). Nessas áreas, as gimnospermas acabam tendo muitas vantagens sobre as angiospermas.

Assinale V para verdadeiro e F para falso nas afirmações a seguir:

- () Nas gimnospermas o fluxo de água não sofre congelamento em baixas temperaturas pois não possuem vasos condutores, exceto espécies presentes no filo Gnetophyta (gimnospermas), que apresentam vasos bem como outras semelhanças com angiospermas.
- () As folhas das angiospermas, por serem estreitas, têm menos superfície que as folhas da gimnospermas.
- () As sementes proporcionaram às gimnospermas a colonização de ambientes mais secos; permitiram ao embrião sobreviver em temperaturas baixas, pois o tegumento com ação protetora evita a dessecação do embrião.

Marque a alternativa correta.

- a) V-F-V.
- b) F-V-F.

- c) V-F-F.
- d) F-F-V.
- e) V-V-F.

3. Dentro do filo Anthophyta temos a linhagem mais antiga das angiospermas, chamada basais, depois, a primeira linhagem a divergir foi a dos representantes do clado magnoliídeas. Já as monocotiledôneas são a segunda maior linhagem e o terceiro e maior clado são as eudicotiledôneas. Relacione as características listadas com seu representante.

- 1) Pólen com três aberturas.
- 2) Organização geral espiralada e peças florais numerosas.
- 3) Padrão de venação paralelo.
- 4) Cerca de 2,5% das espécies de angiosperma.

- () Angiospermas Basais.
- () Magnoliídeas.
- () Monocotiledôneas.
- () Eudicotiledôneas.

Marque a alternativa correta.

- a) 1-2-4-3.
- b) 2-4-3-1.
- c) 1-3-2-4.
- d) 3-2-4-1.
- e) 4-2-3-1.

Seção 3.3

Plantas de interesse econômico

Diálogo aberto

Caro aluno, estamos chegando ao final da terceira unidade, na qual você entenderá a importância das gimnospermas e angiospermas no contexto agrônomo, visualizando a relação intrínseca de crescimento populacional e desenvolvimento agrícola. Para te ajudar no entendimento desta seção, vamos recordar o contexto apresentado no início da unidade, em que você trabalha com capacitação de produtores de cana-de-açúcar, tendo como um dos objetivos a orientação técnica da classe de produtores bem como a ampliação da representatividade do setor no Brasil e no exterior.

Na sua última capacitação, o tema será “Evolução das plantas: aspectos econômicos”. Na propriedade onde você está efetuando a capacitação, hoje, encontra-se uma variedade já pouco produtiva de cana-de-açúcar (*Saccharum barberi* Jeswiet). O seu desafio nesta etapa de trabalho é relacionar a evolução das plantas com os aspectos de ganho econômico, e nesse sentido, deverá mostrar a esse produtor como as características morfológicas das variedades estão relacionadas aos ganhos de produtividade, proporcionando o entendimento necessário para trocar a variedade de cana-de-açúcar que esta cultivando para uma com maior potencial econômico.

Dessa forma, como você poderá usar a morfologia externa da espécie plantada na propriedade para demonstrar ao produtor as vantagens de uma troca? Quais aspectos morfológicos são relevantes em uma análise de produtividade? Nesta etapa do trabalho seu desafio é grande, e como apoio, você utilizará como exemplo uma família que tem muita história com a cana-de-açúcar, pois cultiva essa planta há cinco gerações. A família começou sua produção com as mudas trazidas pelos colonizadores, e no decorrer dos séculos, saiu da produção com engenho na propriedade e com maior finalidade na produção de açúcar para uma empresa com 4 usinas sucroalcooleiras.

Ao final dessa rodada de visitas, você deverá reunir todos os relatórios elaborados e desenvolver um laudo com a avaliação dos fatores de especiação e de dados taxonômicos das culturas estudadas.

Está pronto para esse desafio? Mãos à obra!

Não pode faltar

Olá, caro aluno, vamos finalizar a terceira seção desta unidade começando pelos aspectos relacionados às populações humanas e à agricultura. Essa relação apresenta alguma dependência? Se você respondeu sim, acertou!

O cenário que muitas vezes observamos são florestas sendo desmatadas para o uso da madeira e/ou implantação de cultivares de interesse econômico, prática muito comum outrora. Nos dias atuais ainda podem ocorrer tais práticas, no entanto, os órgãos ambientais procuram minimizar esse tipo de atividade, com leis que evitam o desmatamento e exploração de áreas destinadas à conservação.

O processo da retirada das espécies naturais em prol da implementação agrícola, além de poder ocasionar a extinção de espécies (acarretando desequilíbrio ambiental), propiciam processos que afetam toda a dinâmica natural do local, como a ocorrência de erosão, deslizamentos, dentre outros.

Vale ressaltar que as espécies de interesse econômico utilizadas na agricultura exigem uma grande demanda hídrica em seu processo produtivo em consequência da dependência das mesmas para o desenvolvimento de suas estruturas. Segundo dados da FAO (2017), 70% de toda a água utilizada no planeta é destinada à irrigação, sendo que, no Brasil, esse valor é de 72%. Como exemplo, podemos citar as espécies denominadas leguminosas, pertencentes à família Fabaceae, as quais apresentam elevada demanda hídrica em todo o seu desenvolvimento, propiciando, em geral, a utilização das suas sementes na alimentação.



Reflita

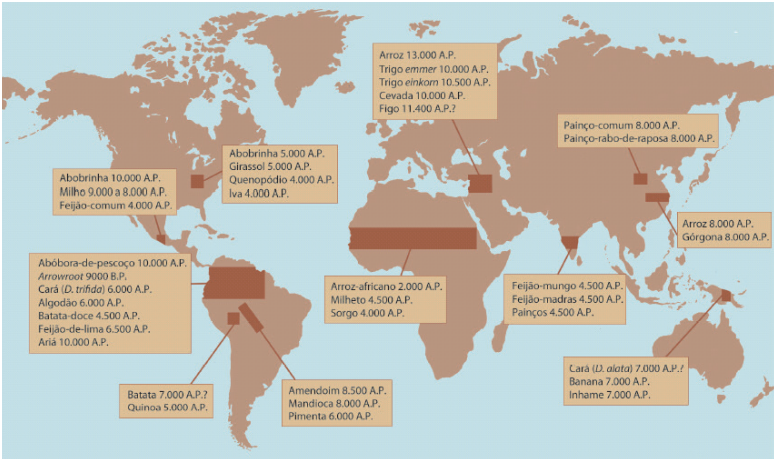
Com o crescimento populacional em expansão espera-se chegar a 9 bilhões de pessoas em 2050. Reflita sobre o excesso populacional e a extinção, será que o crescimento neste caso tem um sentido antagônico? Estamos caminhando para um futuro de limitações? Como os aspectos morfológicos das plantas poderão auxiliar nas estratégias sustentáveis para a produção de alimentos?

Consoberiadamente ao crescimento populacional, que ocasionará maiores volumes de água e áreas cultivadas, estratégias têm sido utilizadas para amenizar essa situação como irrigação por gotejamento e reutilização de águas residuais.

Para compreender melhor o papel da agricultura na vida das pessoas, vamos voltar um pouco no tempo e entender como começaram os centros de domesticação de plantas. Nessa análise, salienta-se que a demanda alimentar ocasionou a busca pela substituição das práticas extrativistas pela agricultura.

Esse processo se desenvolveu de forma independente em todo o mundo, com aproximadamente 11 pontos, como exemplificado na Figura 3.8.

Figura 3.8 | Os primeiros locais que ocorrem domesticação de plantas



Fonte: Evert, et al. (2014, p. 503).

Desses centros de domesticação surgiram as principais espécies de plantas utilizadas para a alimentação mundial. Perceba que, dentre as principais plantas cultivadas na antiguidade, os cereais eram os fornecedores de carboidratos e as leguminosas de proteínas, sendo que, por vezes, seu cultivo ocorria consorciadamente. Se analisarmos os vegetais no âmbito alimentar, nota-se que as partes mais utilizadas na alimentação são: raízes, caules, folhas, flores, frutas e sementes, sendo a última considerada a mais importantes da alimentação humana.

Isso ocorre uma vez que, observando a evolução das plantas, percebeu-se que certas espécies evoluíram suas características por

meio de cruzamento entre diferentes indivíduos, sendo que, como resultado, características específicas (sementes, caules, folhas, flores, raízes) destacavam-se. Dessa forma, a partir da possibilidade de manipulação desses aspectos específicos, refletiu que as características morfológicas dessas plantas se modificaram progressivamente.

Esse processo aplica-se na agricultura, pois quanto mais eram selecionadas as sementes de plantas com qualidades morfológicas específicas (de interesse econômico), mais se tornavam domesticadas, facilitando a colheita e armazenagem. Portanto, conclui-se que o processo de domesticação das plantas ocorre mediante as alterações genéticas em populações de plantas que foram desenvolvidas por conta do cultivo e da seleção realizados pelos seres humanos. Por exemplo, a domesticação de alguns cereais (cevada, trigo, arroz e milho) proporcionou grãos maiores e em maior quantidade, eixos mais grossos e sementes que se separam facilmente.

Dentre os “centros domesticadores”, podemos identificar que a agricultura do Oriente Médio se expandiu por parte da Europa (influenciando o cultivo de plantas como trigo e cevada) enquanto em outras partes do mundo ocorria independentemente dessa vertente (como na China, com o cultivo do arroz).

Com o desenvolvimento das culturas em várias partes, foram se destacando angiospermas, como o arroz (*Oryza sativa* L.), na Ásia e Oriente Médio, bem como a soja (*Glycine max* L.), que teve seu cultivo marcado nessa região há pelo menos 3 mil anos. Na Ásia tropical se tem notificações de plantas como a mangueira (*Mangifera indica* L.), inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) taioba (*Xanthosoma* (L.) Schott) e muitos cítricos.

Dentre os vários exemplos possíveis, uma das plantas de maior importância expandida inicialmente nessa região é a banana (*Musa* L.), a qual já diferia das espécies selvagens (que apresentam sementes grandes e duras) pela ausência de sementes.

Do centro de domesticação africano surgiram espécies de feijão, como feijão-fradinho (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.); quiabo (*Hibiscus esculentus* (L.) Moench); várias espécies de algodão (*Gossypium* L.) e o café (*Coffea arábica* L.), de grande importância econômica nos trópicos e consumindo mundialmente.

Já nos países localizados nas Américas, continente comumente denominado Novo Mundo (descoberto a partir das grandes

navegações), muitas novas espécies foram domesticadas, destacando-se três centros de domesticação, sendo: Mesoamérica (México e América Central), América do Sul e América do Norte.

Nesses locais destacaram-se algumas angiospermas que eram diferentes das conhecidas e/ou cultivadas nos demais centros. Podemos citar, como exemplo, as morangas e abóboras (*Cucurbita* spp.), o milho (*Zea mays* L.), sendo considerado o substituto do trigo da cevada e do arroz produzidos em outros locais. Surgiram também as ervilhas (*Pisum sativum* L.), o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.).

Do México, surgiu o cultivo de pimentas (*Capsicum* spp.), tomates (*Solanum lycopersicon* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), amaranto (*Amaranthus* spp.), cacau (*Theobroma cacao* L.), abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr), entre outros.

Do centro-sul dos Andes da América do Sul saíram os tubérculos, como a batata (*Solanum tuberosum* L.), e culturas como a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) e o tremoço (*Lypinus* spp.).

Caro aluno, no decorrer do texto muitos exemplos de angiospermas de interesse econômico foram relatados, e no Quadro 3.3, você pode observar mais alguns exemplos de plantas deste grupo que são fundamentais na alimentação e/ou economia.

Quadro 3.3 | Angiospermas de interesse econômico

	Identificação	Partes morfológicas de interesse econômico	Interesse Econômico
Angiospermas	Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	Caule	Alimentação, setor sucroalcooleiro
	Mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	Raízes	Alimentação
	Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Sementes	Alimentação
	Milho (<i>Zea mays</i> L.),	Sementes	Alimentação
	Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	Sementes	Alimentação
	Vinca-rosa (<i>Catharanthus roseus</i> L.)	Folhas	Medicinal

Fonte: adaptado de Evert et al, 2014.

Todas essas espécies de plantas de interesse agrícola se expandiram pelo mundo, muito em razão das expedições marítimas, e hoje são cultivadas em grande parte das regiões onde as condições ambientais são propícias ou onde conseguiram adaptar-se. Essa expansão é possibilitada por meio da evolução das características morfológicas, como já estudado em outras seções, permitindo habitar novos ambientes com características diferentes do seu habitual.

Um bom exemplo dessa expansão é a cana-de-açúcar, que chegou em nosso continente com Cristóvão Colombo, trazendo variedade Crioula, sendo cultivada aqui por mais de 200 anos (LANDELL, SILVA; 2004 apud BREMER; 1932.). Por meio dos cruzamentos interespecíficos, surgiram novas variedades com maior resistência, e apropriando-se dos avanços tecnológicos na área de melhoramento genético, foi possível realizar combinações que acarretaram em melhores resultados no âmbito produtivo (resistência, vigor, taxa de crescimento e maturidade, dentre outros).

Podemos associar a relação morfológica desta planta aos seus ganhos econômicos:

- A variedade *Saccharum barberi* possui porte baixo chegando a médio, tem colmos finos, possui elevada quantidade de fibras e pouco teor de sacarose, sendo considerada uma espécie rústica.
- As espécies *Saccharum officinarum* spp. são plantas consideradas nobres, de porte alto, colos grossos pouco fibrosos, teor de açúcar elevado e ainda resistentes a doenças.

Vale ressaltar que, muitas das variedades (com melhor produtividade) desenvolveram-se a partir dos cruzamentos entre as espécies (natural ou induzido antropicamente), promovendo melhoramento e evolução das características morfológicas.



Assimile

Vegetais têm sido cultivados em todo o mundo. Em destaque, temos o trigo, o arroz, o milho, a batata-inglesa e a mandioca, responsáveis por mais de 80% das calorias consumidas pela população humana mundial.

As Gimnospermas, grupo também utilizado economicamente, desenvolvem-se muito bem em condições ambientais adversas, como baixas temperaturas e regiões montanhosas. As coníferas

sempre foram úteis para o homem, principalmente por sua madeira; porém, seu cultivo doméstico tem uma relação tardia em comparação as angiospermas. As mesmas são muito relevantes atualmente, pois seus recursos naturais são de grande utilidade, além de ser útil no reflorestamento. Nota-se ainda grandes formações florestais, sendo suporte para fauna e flora em seu entorno. Seus diferentes filios formam variedades de espécies com diferentes características, ocasionando que cada uma tenha a sua importância, como demonstrado no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 | Gimnospermas de interesse econômico

	Identificação	Partes morfológicas de interesse econômico	Interesse Econômico
Gimnospermas	Cycadophyta (cicadáceas)	Seiva rica em amido.	Alimentação, uso medicinal e como bactericida e fungicida.
	Ginkgophyta (<i>Ginkgo biloba</i> L.)	Folhas.	Uso medicinal.
	Coniferophyta (Coníferas; Sequoias e Araucárias)	Caule, resina, sementes.	Fonte de alimento (pinhão), madeira, papel, verniz, esmalte, cosméticos, entre outros. Possibilidade de extração de resina.
	Gnetophyta (Ephedra; Gnetum e Welwitschia)	<i>Gnetum</i> : Sementes <i>Ephedra</i> L.: Caule e folhas <i>Welwitschia mirabilis</i> Hook f.: Sementes.	<i>Gnetum</i> : medicinal e alimentício, com uso das sementes. <i>Ephedra</i> L.: alimentar e medicinal. <i>Welwitschia mirabilis</i> Hook f.: alimentício (existente apenas no deserto do Namibe, e seu núcleo é comestível)
	Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	Sementes	Alimentação
	Vinca-rosa (<i>Catharanthus roseus</i> L.)	Folhas	Medicinal

Fonte: adaptado de Evert et al. (2014).

Você já se perguntou quais as gimnospermas mais conhecidas? Seriam as coníferas, abetos e ciprestes, certo? Mas como vimos no Quadro 3.4, existem outras gimnospermas com propriedades importantes economicamente.

Apesar de inexisterem comprovações científicas de todas as propriedades medicinais do *Ginkgo biloba* L., essa espécie de folhas largas, amplamente usada em paisagismo, tem suas sementes utilizadas há séculos na China para estimular a digestão, bem como o extrato das folhas, usado em várias culturas a fim de estimular a circulação sanguínea, irrigando o cérebro e melhorando a memória.

Outro exemplo é a *Ephedra* L., que tem aparência de arbusto e, assim como a anterior, também é medicinal e usada em paisagismo. Os chineses usufruem dela principalmente em problemas respiratórios, sendo que outras civilizações a utilizam para queimaduras.

A evolução das gimnospermas está diretamente relacionada às suas características morfológicas, grupo que possuem espécies que notoriamente divergem na aparência. Para salientar essa diferença, podemos citar, como exemplo, o *Ginkgo* e o pinheiro, que, apesar de suas características evolutivas serem iguais e estarem inseridos no mesmo grupo, diferem morfológicamente. Isso confere, às espécies, diferentes tipos de uso, sendo que a primeira é amplamente utilizada para fins medicinais, enquanto a segunda, no segmento madeireiro.

E com todas as vantagens proporcionadas pelas modificações evolutivas de ambos os grupos (Gimnospermas e Angiospermas), o aproveitamento agrícola, aliado aos avanços da tecnologia dos processos agrícolas, que tem se tornado cada vez mais eficiente, tem sido intenso no decorrer dos séculos.

A expansão dos processos agrícolas acarretou muitos benefícios, mas também alguns problemas. Avanços como os sistemas de irrigação, descobrimento dos agrotóxicos e sementes híbridas possibilitaram maior produtividade e qualidade, porém, trouxeram risco relacionados a processos erosivos, bem como à contaminação dos alimentos, uma vez que certos produtos químicos utilizados são absorvidos e ficam concentrados nas partes morfológicas utilizadas para alimentação.



A irrigação foi um dos avanços significativos que levou a uma produção agrícola em massa. Na figura 3.8, você poderá observar um campo de algodão sendo irrigado, exemplificando a agricultura moderna intensiva.

Para a cultura de algodão, a irrigação pode ser uma desvantagem econômica, pois caso não seja apropriada (gotejamento), poderá danificar a parte morfológica de interesse econômico (capulho de algodão aberto [fibra madura]), inviabilizando sua utilidade.

Figura 3.9 | Irrigação de plantação de algodão



Fonte: Evert et al. (2014, p. 516).

Mas será que as plantas no âmbito comercial possuem somente as funções citadas anteriormente? Será que existe outra finalidade econômica para a sua produção?

As plantas têm papel de grande destaque no setor medicinal, sendo importantes fontes de fármacos, os quais são valorizados desde a antiguidade. Um exemplo é o chá da casca do salgueiro, amplamente utilizado para alívio de dores de cabeça que, por meio da tecnologia, identificou-se que a casca da espécie possui ácido salicílico.

Com o desenvolvimento da química moderna nos séculos XVIII e XIX, os componentes das plantas, como alcalóides, foram identificados e isolados, podendo ser usados na constituição de fármacos. Atualmente, milhares de produtos vegetais são utilizados

na medicina, dos quais são extraídos os compostos a partir de diferentes partes morfológicas da planta.

No Quadro 3.5 você poderá observar alguns exemplos de patologias e plantas que são usadas para aliviar seus efeitos, mas lembre-se: as propriedades medicinais de muitas plantas ainda estão em estudos, bem como a forma correta de utilizar as partes morfológicas delas.

Quadro 3.5 | Plantas medicinais

Patologia	Nome popular – Planta	Nome científico - Planta	Partes morfológicas utilizadas
Problemas respiratórios	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Folhas
Hipertermia	Flor-de-sabugueiro	<i>Sambucus nigra</i> L.	Flores, folhas e caule
Faringite	Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Fruto, flores, caule e sementes
Gripe	Acerola	<i>Malpighia Emarginata</i> DC	Fruto
Diabetes	Babosa	<i>Alo vera</i> L. Bruman	Folhas
Inflamação, dor, hematomas e picadas de insetos	Arnica Brasileira	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	Folha, partes aéreas floridas e sumidades floridas.

Fonte: adaptado de Judd et al. (2009).

A extração de óleos essenciais das plantas para produção de diversos fármacos, bem como cosméticos e produtos de limpeza, é possível devido a técnicas específicas aliadas ao conhecimento químico das propriedades dos vegetais. As partes morfológicas usadas sofrem variação de acordo com a espécie, por exemplo: nas rosas são utilizadas as flores, no eucalipto, as folhas, e na canela, o caule. No caso do eucalipto, ressalta-se que o corte das folhas pode ser feito uma vez ao ano e de forma seletiva para manter a possibilidade de extração da madeira a cada cinco anos.

Dessa forma, percebe a relação de grande impacto econômico proporcionada pela extração de óleos de plantas mediante a

exploração das partes morfológicas, que adquiriram tais propriedades no processo de evolução e especiação. E com a grande diversidade das plantas, a utilização das mesmas na produção de fármacos está em constante atualização por meio de pesquisas, que visam novas descobertas e possibilidades de usos.



Pesquise mais

E para conhecer um pouco mais do assunto sustentabilidade e produção agrícola, leia o artigo: Maior produtividade com sustentabilidade ambiental, publicado pela Revista Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CARVALHO, D. Maior produtividade com sustentabilidade ambiental. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. n. 7, ed. 55, nov. 2009. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1262:reportagens-materias&Itemid=39>. Acesso em: 9 jun. 2018.

Caro aluno, chegamos ao final da terceira unidade, por meio da qual você pôde aprender sobre como as plantas se diferenciam, formando as diversas espécies, com o processo de especiação, que nos proporciona o cenário vegetal atual – com intensa diversidade. Você compreendeu a importância econômica das gimnospermas e angiospermas bem como a evolução da agricultura aliada ao crescimento populacional no decorrer dos séculos, percebendo os impactos positivos e negativos dessa prática.

Na próxima unidade você aprenderá a importância dos herbários e as técnicas para montagens de exsicatas. Fique comigo em mais uma unidade! Estamos quase no final desse empolgante desafio.

Sem medo de errar

Caro aluno, nesta seção você aprendeu sobre a evolução da agricultura, sua relação com o ser humano, entendeu os aspectos econômicos das gimnospermas e angiospermas; pôde perceber que as plantas estão em nosso cotidiano e são importantes não apenas em nossa alimentação como na área medicinal. Outro fator muito relevante desta seção são os aspectos que envolvem as questões de crescimento populacional e agricultura, bem como as estratégias de sustentabilidade, que são o desafio da agricultura do futuro.

E depois dos ensinamentos proporcionados, vamos lembrar a situação apresentada no início da seção, na qual você trabalha como agrônomo com capacitação de produtores de cana-de-açúcar em uma empresa que efetua a organização dos plantadores em âmbito nacional. Você está na terceira etapa do seu programa, em uma propriedade que cultiva uma variedade considerada de baixo valor econômico. Em argumentação junto ao produtor, você usou aspectos da história da cana-de-açúcar, que chegou em nosso continente com Cristóvão Colombo. Inicialmente, cultivava-se a variedade Crioula (que perdurou por mais de 200 anos), porém, foi por meio de cruzamentos interespecíficos que proporcionaram novas variedades com maior resistência.

Para exemplificar, você demonstrou a relação morfológica dessa planta com seus ganhos econômicos; a variedade *Saccharum barberi*, que possui porte baixo chegando a médio, tem colmos finos, possui elevada quantidade de fibras e pouco teor de sacarose, sendo considerada uma espécie rústica. Já as espécies *Saccharum officinarum* spp. são plantas consideradas nobres, são de porte alto, possui colos grossos, poucas fibras, um teor de açúcar elevado e ainda são resistentes a doenças. Essas características se desenvolveram a partir dos cruzamentos entre as espécies, promovendo melhoramento e evolução das características morfológicas.

Um dos fatos relevantes que podemos destacar no processo de evolução das espécies é o aproveitamento em prol da agricultura das características morfológicas das plantas.

Com o sucesso dos três ciclos de capacitação, chegou o momento de elaborar o laudo com a avaliação dos fatores de especiação e de dados taxonômicos das culturas analisadas. Para isso, finalize os relatórios da última orientação e das orientações anteriores, organize seu laudo e entregue à empresa.

Avançando na prática

Eucalipto

Descrição da situação-problema

Você trabalha como agrônomo em uma empresa de consultoria em otimização de produção agrícola e está em uma demanda para aumentar os ganhos econômicos de uma propriedade que fornece

madeira de eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*) como matéria-prima para uma indústria. Porém o estudo terá como enfoque verificar se há a possibilidade da utilização de outras partes das espécies para a extração de óleos medicinais.

Você salienta ao produtor que o eucalipto é uma angiosperma de grande interesse econômico, muito conhecido como fornecedor de madeira, mas suas propriedades medicinais são de grande valor.

Dessa forma, surgem os seguintes questionamentos: como seria implantado o sistema de capitação da matéria-prima para extração do óleo conciliando isso à extração da madeira? Quais partes morfológicas dessa planta são priorizadas para extração de óleo?

Resolução da situação-problema

Com o desenvolvimento da química moderna nos séculos XVIII e XIX, os componentes das plantas como alcaloides foram identificados e isolados, podendo ser usados na constituição de fármacos, e nos dias atuais, milhares de produtos vegetais são utilizados na medicina.

Para otimizar os ganhos da propriedade com o eucalipto, você prioriza a capitação das folhas de onde são extraídos óleos essenciais envolvidos na produção de diversos fármacos bem como cosméticos. O corte das folhas pode ser feito uma vez ao ano, de forma seletiva para manter a possibilidade de extração da madeira a cada cinco anos. Mantendo assim um melhor aproveitamento das partes morfológica dessa planta.

Faça valer a pena

1. A agricultura tem uma relação de tempo marcada na humanidade, a domesticação de espécies de interesse alimentar é observada a partir da antiguidade, com a criação de centros de domesticação de plantas. Esse processo se desenvolveu de forma independente em todo o mundo. Com relação ao texto-base, marque V para verdadeiro e F para falso nas afirmações abaixo:

- () Dos 11 centros de domesticação antigos saíram as principais espécies de plantas com interesse para a alimentação mundial.
- () Das principais plantas cultivadas na antiguidade, os cereais eram os fornecedores de carboidratos e as leguminosas de proteínas.

- () Dos 3 centros de domesticação antigos saíram as principais espécies de plantas com interesse para a alimentação mundial.

Assinale a alternativa correta.

- a) F, F, V.
- b) V, V, F.
- c) V, F, V.
- d) F, F, F.
- e) F, V, F.

2. Seguindo uma linha de tempo na relação humana com a agricultura, podemos dizer que no Novo Mundo muitas novas espécies foram domesticadas e se destacam três centros de domesticação, sendo: Mesoamérica (México e América Central), América do Sul e América do Norte.

Quais plantas são relacionadas ao México?

- a) *Solanum tuberosum*, *Chenopodium quinoa*, *Lypinus* spp..
- b) *Vigna unguiculata*, *Hibiscus esculentus*, *Coffea arabica*.
- c) *Oryza sativa*, *Glycine max*, *Mangifera indica*.
- d) *Capsicum* spp, *Solanum lycopersicon*, *Nicotiana tabacum*.
- e) *Colocasia esculenta*, *Xanthosoma*, *Musa*.

3. As gimnospermas, como as coníferas, sempre foram úteis para o homem, principalmente por sua madeira, mas seu cultivo doméstico tem uma relação mais atual que a das angiospermas. As gimnospermas são muito relevantes atualmente, pois seus recursos naturais são de grande utilidade, além de ser útil no reflorestamento, ainda tem formação de florestal com grandes extensões, sendo suporte para fauna e flora em seu entorno. Seus diferentes filós formam variedade de espécie e cada qual tem a sua importância.

Usando o texto-base avalie a importância econômica das coníferas e assinale a alternativa que identifique essa relação.

- a) Medicinal e alimentícia, com uso das sementes.
- b) Na alimentação e de forma medicinal.
- c) Fonte de madeira, papel, verniz e esmalte; são utilizadas na alimentação e nos cosméticos com possibilidade de extração de resina em escala comercial.
- d) Só existente no deserto do Namibe, e seu núcleo é comestível.
- e) Na alimentação, exemplo: sagu e amido. Uso Medicinal, também como bactericida e fungicida.

Referências

BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p.371-380, jun. 2003.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven | Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. Agricultura Irrigada e Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias. Brasília: FAO, 2017

GONÇALVES, E. G; LORENZI, H. **Morfologia Vegetal**. 2ª ed. São Paulo: Instituto Platarum de Estudos da Flora, 2011.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOG, E.A.; STEVENS, P.F. **Sistemática vegetal**: um enfoque filogenético. Porto Alegre: Artmed, 2009.

LANDELL, M. G. A; SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Revista Visão Agrícola**, Pontal, v.1, n.1, p.17, jan/jun. 2004. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA01-Cana-de-Acucar.pdf>> Acesso em 12 de jul. 2018.

NABORS, M. W. **Introdução a Botânica**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2012.

Exsicata e técnicas de herbário

Convite ao estudo

Caro aluno, chegamos ao nosso último desafio da disciplina de Morfologia e Sistemática vegetal. Nas unidades anteriores você foi exposto aos conceitos da morfologia vegetal, aprendeu como ocorre o processo de classificação vegetal e qual a importância da nomenclatura botânica; acompanhou a evolução dos quatro grupos de plantas, com destaque para as gimnospermas e angiospermas, bem como pôde verificar a importância do melhoramento genético nas plantas. Agora, para finalizamos com chave de ouro nossa disciplina, vamos falar dos herbários, que são tão relevantes nas pesquisas botânicas. Você aprenderá como utilizar um herbário e elaborar as exsicatas.

E para deixar esse aprendizado mais dinâmico, vamos criar uma horta de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) com a ajuda das coleções de um herbário. Para tanto, acompanhe a história a seguir, da qual você é o personagem principal.

Você trabalha como agrônomo na prefeitura da cidade, que está com um projeto para desenvolver uma horta que complemente o abastecimento das creches do município e também resgate o cultivo de vegetais típicos da região. Para isso, realizou-se uma campanha para a captação de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), como, por exemplo, araruta (*Maranta arundinacea* L.); bortalha (*Basella rubra* L.); Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* L.), Inhame (*Dioscorea trifida* L.), entre outras.

As Plantas Alimentícias Não Convencionais são espécies com propriedades morfológicas alimentícias e que são muitas vezes cultivadas sem essa finalidade. No entanto, podemos observar que a cultura popular utiliza muitos vegetais não

comerciais para alimentação, e projetos com PANCs visam incentivar essas ações.

Como as PANCs são espécimes não convencionais, por vezes os usuários desconhecem qual a espécie das mesmas. Dessa forma, será que as coleções vegetais de um herbário podem ser úteis para um projeto com Plantas Alimentícias Não Convencionais? O que é necessário, qual a finalidade e como pode ser utilizado um herbário? Como se dão as coletas e os registros das informações de espécies vegetais que compõem um herbário ou que serão utilizadas para identificação?

Ao final das atividades, você terá condições de realizar a montagem de exsicatas das plantas que escolheu cultivar na horta e, se possível, doar as mesmas e seus registros para o herbário do Instituto Botânico.

Para desvendar essas e muitas outras indagações sobre técnicas de herborização, protocolos de coleta e montagem de exsicatas, fique comigo até o final desta unidade!

Pronto para mais esse desafio? Mãos à obra!

Seção 4.1

Protocolo para coleta de espécies vegetais

Diálogo aberto

Prezado aluno, nesta seção você aprenderá a importância dos Herbários para as pesquisas botânicas; entenderá como são efetuadas as coletas vegetais em campo e como proceder com os registros das informações em fichas.

Para sua melhor compreensão, vamos recordar o contexto hipotético em que você trabalha na prefeitura de sua cidade e está à frente de um projeto de uma horta utilizando Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). E para motivar e envolver a comunidade local, você elaborou uma campanha solicitando que as pessoas levassem uma amostra de plantas regionais que elas tinham em casa. A primeira etapa de recebimento das amostras foi um sucesso, sendo recolhidas de vários indivíduos; porém, como a identificação botânica nem sempre é fácil quando se tem apenas parte da planta e ela está fora do ambiente típico, você percebeu que precisaria de ajuda para classificar e ainda verificar a viabilidade da planta para a horta. Dessa forma, foram selecionadas as espécies que possivelmente poderiam ser cultivadas na horta para realizar a comparação com espécime-testemunho, buscando sua identificação. Dentre as amostras selecionadas, encontram-se duas espécimes fornecidas pelo sr. João que apresentam características semelhantes, ainda que o mesmo salienta que ambas são a mesma planta, a taioba. Você acredita que são diferentes e se tratam de taioba (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) e orelha de elefante (*Alocasia macrorrhizos* (L.) G.Don).

Quando você ressalta a necessidade da identificação por um especialista, uma vez que será para fins alimentícios, o mesmo lhe questiona: Por que faz-se necessário a identificação de espécies neste caso? Será que um herbário possibilitará a identificação (ou confirmação) dessas plantas? Como você poderá usar a morfologia das amostras para ajudar na identificação? Como você não efetuou a coleta dessas amostras, quais os impactos desse fato em uma identificação?

Não esqueça que todas as plantas que você escolher para horta, no final do levantamento, deverão ser preservados como exsicatas, classificadas e doadas ao herbário.

Vamos lá!

Não pode faltar

Caro aluno, estamos iniciando a seção um da quarta unidade da disciplina Morfologia e Sistemática Vegetal, e para te proporcionar conhecimentos sobre as exsicatas, falaremos da importância dos herbários. Mas você sabe o que é um herbário?

Os herbários são um recurso valioso na identificação de espécies vegetais, podendo ser considerados uma forma de instituição que mantém coleções científicas de plantas na forma de exsicatas, em que você pode comparar as informações do espécime que possui com as armazenadas.



Assimile

Exsicatas, assunto que abordaremos nas próximas seções, é o nome utilizado para amostras de plantas **herborizadas** compostas por caules, folhas, flores e/ou frutos.

A existência de herbários, em sua maioria, está relacionada a universidades e a instituições de pesquisa. Atualmente, algumas instituições permitem, até mesmo, a realização de consultas online em seu acervo.

Os herbários que possuem esse recurso disponibilizam as exsicatas na forma de um catálogo virtual, possibilitando acesso por usuários de qualquer nacionalidade e com diferentes objetivos. Um exemplo de acervo online é o site do INCT- Herbário Virtual da Flora e dos Fungos, o qual tem seu banco de dados abastecido por diversos herbários do Brasil.

Atualmente, o catálogo online dispõe de 200 coleções, 6.111.771 registros online, sendo que desses, 1.570.055 possuem imagens, perfazendo 84.607 espécies diferentes catalogadas.



Em coleções digitais, é possível verificar exsicatas, bem como imagens de matérias in natura, registradas antes da coleta botânica do indivíduo.

Caro aluno, para conhecer mais sobre o Herbário Virtual, acesse: MAIA, L. C. INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos – Re flora e o Serviço Exsicatae: imagens e espécimes online. 2013. Disponível em: <<http://inct.florabrasil.net/in/>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

Podemos fazer uma analogia entre herbários e bibliotecas, por meio dos quais é possível obter informações e realizar pesquisas e comparações de plantas dentro da sua coleção, com diferentes objetivos, sendo que, em vez de livros, serão utilizadas espécies vegetais secas e prensadas. Imagine que possui uma espécie que não consegue identificar e, se ela estiver no acervo do herbário, é possível efetuar a comparação e identificar a família da espécie. Para classificações inferiores, (gênero e espécie) é necessária a ajuda de um especialista no gênero ou espécie de interesse. Perceba a importância dos herbários nos estudos taxonômicos. Em alguns casos, é o único recurso para se identificar uma planta.

A presença de herbários ocorre em nível regional, nacional e mundial. No Quadro 4.1 você poderá observar exemplos de herbários com grandes acervos.

Quadro 4.1 | Herbários

Herbário	Localidade	Número de espécimes
Muséum National d'Histoire Naturelle	Paris, França	9.500.000
Royal Botanic Gardens	Rew, Reino Unido	7.000.000
New York Botanical Garden	Nova York, Estados Unidos	7.000.000
Conservatoire et Jardin Botaniques	Genebra, Suíça	6.000.000
Komarov Botanical Institute	São Petersburgo, Rússia	5.770.000
Swedish Museum of Natural History	Estocolmo, Suécia	5.600.000

Herbarium, Missouri Botanical Garden	St. Louis, Missouri, EUA	5.400.000
Natural History Museum	Londres, Reino Unido	5.200.000
Harvard University	Cambridge, Massachussets, EUA	5.005.000
Naturhistorisches Museum	Viena, Áustria	5.000.000
Smithsonian Institution	Washington, DC, EUA	4.368.000
Rijksherbarium	Leiden, Holanda	4.100.000
Institut de Botanique	Montpellier, França	4.000.000
Université de Lyon	Villeurbane, França	4.000.000
Universitatis Florentinae	Museu Botânico Firenze, Itália	3.650.000
Friedrich-Schiller-Universität	Jena, Alemanha	3.000.000

Fonte: adaptado de Judd, et al. (2009).

É importante destacar que os herbários possibilitam compreender os padrões de variação das plantas em seu ambiente natural. Essas espécimes apresentam a variação morfológica de populações, espécies e *taxa* superiores, bem como sua distribuição geográfica e suas características ecológicas, destacando períodos de floração e frutificação (JUDD, et al., 2009).

O acervo de um herbário também pode ter a função de “materiais testemunhos (espécime testemunho)” utilizados para identificar e classificar indivíduos botânicos bem como documentar a ocorrência de uma espécie vegetal em uma região ou evidenciar que foi utilizada em pesquisas provendo insumo para a criação de um fármaco, por exemplo.

Para que as exsicatas tenham a qualidade necessária para identificação e/ou deposição nas coleções de um herbário, é de extrema importância o domínio das técnicas de coleta, bem como a atenção em relação à preservação e identificação dos espécimes coletados. Na coleta, deve-se observar primordialmente os seguintes fatores:

- Não realizar coletas em dias chuvosos ou de espécies que estejam molhadas, pois podem proporcionar um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos, danificando a amostra.
- Evitar amostras que apresentem danos gerados por insetos.
- Priorizar a coleta de amostras que possam se ajustar ao tamanho de uma folha de jornal dobrada. Caso não seja possível, a amostra poderá ser segmentada em partes.

Além disso, as condições de armazenamento dos herbários precisam garantir que as amostras não se deteriore, mantendo condições de temperatura e umidade controladas constantes, livre do ataque de fungos e insetos, garantindo, assim, a preservação do acervo por tempo indeterminado.



Assimile

Um Herbário é um acervo utilizado para pesquisa e identificação de espécies por meio de **Exsicatas**.

Para uma amostra ser incorporada ao acervo de um herbário, a exsicata deve possuir uma etiqueta que, em geral, apresenta os seguintes dados: nomenclatura científica; nomenclatura popular; região da coleta e as coordenadas geográficas (preferencialmente representada pela latitude e longitude); coletor; observações sobre o local; as características do espécime e a data da coleta.

Após os processos de herborização, uma exsicata pode ser armazenada seguindo dois critérios:

- 1) Relação alfanumérico, de acordo com a classificação taxonômica de Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie.
- 2) Relação filogenética, tendo como base a ordem de parentesco e evolução nos grupos de classificação taxonômica.



Refleta

Caro aluno, mediante a função dos herbários como acervo botânico, esse recurso é utilizado apenas para pesquisas científicas ou poderá se estender a qualquer programa taxonômico? Poderá, ainda, ser utilizado para serviços públicos e privados ou sem fins lucrativos? Qual a sua importância nos estudos ambientais?

Por fim, sua disposição no acervo ocorre como exemplificado na Figura 4.1, armazenadas em pastas dentro de armários.

Figura 4.1 | Armazenamento de exsicatas em um herbário



Fonte: <<http://www.ufpi.br/sic-ufpi/163-parnaiba/20288-sobre-o-acervo-do-herbario>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

Atualmente existem mais de 3.000 herbários ativos no mundo registrados no *Index Herbariorum*, que é coordenado pelo Jardim Botânico de Nova York (New York Botanical Garden), com a função de manter um catálogo mundial, permitindo que os herbários tenham sua localização, seus conteúdos e informações relevantes a respeito do seu funcionamento registrados.

Os herbários da Rede Brasileira (Rede Brasileira de Herbários - **RBH**) possui cerca de 6.192.604 espécies nas 165 unidades vinculadas a ela, sendo que 90 estão cadastrados no *Index Herbariorum*. A lista dos herbários brasileiros com registro no *Index Herbariorum* e de outros que ainda não conseguiram esse registro pode ser encontrada na página da Sociedade Botânica do Brasil.

Por manterem uma “biblioteca” de plantas, os herbários podem ser utilizados em pesquisas, serviços públicos, ensino ou ainda atender à comunidade mediante o auxílio na identificação botânica de, por exemplo, inventários florestais.

No entanto, para que a comparação entre as plantas coletadas e as testemunhas tenha eficácia, é necessário garantir uma coleta

adequada. Assim, existem aspectos relevantes na escolha da área de coleta e nos cuidados durante o processo.

Inicialmente, tem-se o planejamento da coleta, no qual é realizada a consulta de mapas (físicos, temáticos e/ou digitais) para se obter informações prévias da área, bem como antecipar possíveis dificuldades que, porventura, possam surgir. Como faz-se necessário a coleta das informações geográficas, ainda no planejamento, devemos nos certificar que o GPS (Global System Position) esteja em pleno funcionamento, bem como se familiarizar com o mesmo, evitando dificuldade e/ou falhas no momento da coleta. Ainda que não seja uma premissa, sugere-se formar uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais que possuem perícia nas técnicas de coleta botânica, bem como alguém que conheça a área em que será realizada (um guia local).

Em coletas que serão realizadas em Unidades de Conservação (UC), é necessário solicitar uma autorização para os órgãos responsáveis, que podem ser (dependendo do âmbito e escopo da UC) o MMA (Ministério do Meio ambiente), Ibama (Instituto Brasileiro do Meios Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e Sisbio (Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade) (PEIXOTO, et al. 2013).

Para todo e qualquer grupo de plantas a ser estudado, deve-se coletar amostras que ressaltem as características morfológicas que permitam sua diferenciação, como a disposição das folhas (pinada, bipinada, oposta, alternada), formato dos frutos e flores, presença ou ausência de acúleos ou espinhos, dentre outros. Por exemplo, em briófitas, prioriza-se a coleta de amostras com gametófitos e esporófitos, pois essas estruturas auxiliam na sua identificação. Em pteridófitas, coleta-se a estrutura inteira, com as partes vegetativas e férteis (contendo soros, ou estróbilos) e, se possível, os rizomas. Já nas coletas de herbáceas (ervas), o ideal é que a espécie possua todos os caracteres possíveis, isto é, raízes, caules, folhas, flores e frutos. Caso não seja possível ou se a planta for lenhosa, arbusto ou árvore, só se colhem os ramos, flores e folhas (WIGGERS & STANG, 2008).

Para que os espécimes coletados tenham relevância cientificamente, seja na identificação ou alocação em herbário, é necessário que, como já mencionado, tenham-se algumas informações importantes. Dessa forma, utilizasse uma ficha

ou caderneta de anotações de dados em que são registradas as informações do local e da planta.

Em relação às informações do local, sugere-se elencar o nome do país, do estado, município, o bioma, tipo de solo, bem como a latitude e longitude e, se possível, ponto de referência, marcando a localização e facilitando o encontro do local.

Já sobre a amostra, existem alguns exemplos de ficha que podem auxiliar, porém, o usuário pode elaborar conforme suas necessidades, atentando-se às informações primordiais.



Exemplificando

Na Figura 4.2, você poderá observar um exemplo de ficha de campo elaborado pela Embrapa.

Figura 4.2 | Ficha de campo para coleta de dados

Embrapa		HERBÁRIO CEN		BRÁSILIA-BRASIL	
Nome Científico					
Família			Nome Comum local		
Nome do Coletor ou Coletores				Nº Coleta	Data da Coleta
Nome do Determinador e Data			Material Coletado		
Hábito de Crescimento					
Cor da Flor		Cor do Fruto		Interesse Econômico	
Ambiente Geral					
Substrato Geral					
Relevo			Frequência Relativa		
País		Região	Estado, Território		
Município		Latitude	Longitude	Altitude	
Local da Coleta				Código do Produto	Código do Acesso
Observações					

Fonte: <<http://plantwall.cenargen.embrapa.br/elcen2web/elc2html/elc2hist01.asp>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

Como exemplo de dados que devem constar em uma ficha de campo, podemos citar:

- Local de coleta.
- Nome do coletor principal.
- Coletores adicionais.
- Data da coleta.
- Número da amostra.
- Nome científico.

- Nome popular.
- Altura.
- Circunferência.
- Formato da planta.
- Disposição dos galhos.
- Aspectos do tronco e da casca.
- Coloração, formato, disposição e odor das flores.
- Tamanho, textura e cor dos frutos.
- Interesse econômico.
- Aspectos do bioma.
- Aspectos do solo.
- Temperatura.

Cada espécie coletada deve conter uma ficha individual, ser etiquetada e numerada. Além da ficha, pode-se usar um gravador para manter um registro pessoal, bem como um computador e fotografias do local e da planta.

Todo esse processo é realizado pois, como o material coletado passará por um processo de herborização, perderá alguns aspectos que, portanto, devem ser anotados em campo, como, por exemplo: a altura e a circunferência do vegetal, o formato da planta, a disposição dos galhos, os aspectos do tronco e casca, a coloração e o odor das flores, bem como o tamanho, a textura e a cor dos frutos (WIGGERS & STANG, 2008).

Já a enumeração de cada amostra (pode conter mais de um indivíduo) é realizada para que não ocorra o risco das informações de cada indivíduo coletado se misturarem, mantendo um registro confiável, que poderá ser utilizado para as comparações e identificações em herbários.

Com o uso da tecnologia nos dias atuais, as fichas de campo podem ser inseridas em arquivos digitais, facilitando seu uso e mantendo os dados centralizados.

Na Figura 4.3, você poderá observar uma ficha de campo digitada em uma base de dados digital. Esse exemplo foi extraído de um modelo de software desenvolvido pela EMBRAPA/CENARGEN, que o chamou de ELCEN (Electronic CEN Herbarium).

Figura 4.3 | Ficha de Campo digital

Fonte: <<http://plantwall.cenargen.embrapa.br/elcen2web/elc2html/elc2hist01.asp>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

Perceba que o ato da coleta faz muita diferença no sucesso da identificação, pois proporciona muitas informações sobre a planta, porém, em casos que se possui apenas uma amostra sem as informações necessárias, fora do habitat natural e com ausência de algumas estruturas morfológicas, poderá haver equívocos na classificação da mesma.

Um exemplo são as espécies *Colocasia esculenta* (L.) Schott., popularmente conhecida como taioba e *Alocasia macrorrhizos* (L.) G.Don, "orelha de elefante". Apesar de parecidas, enquanto a primeira pode ser considerada uma PANc e utilizada para alimentação, a segunda apresenta oxalato de cálcio e sapotoxina em toda sua estrutura, apresentando toxicidade elevada, podendo causar ferimentos na pele e nas membranas mucosas, além de gastroenterites e paralisia do sistema nervoso central, levando o indivíduo a óbito (LIN, et al.; 1998).

Dessa forma, o acervo do herbário poderá ajudar na identificação, e com a ajuda da internet, há a possibilidade de uma consulta mais ampla em herbários de diversas regiões.



Caro aluno, para ampliar seu entendimento sobre os Herbários e sua importância nas identificações botânicas, assista ao vídeo a seguir:

AMAZON sat. **Saiba o que é um Herbário**. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZXk52LmRviw>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

Caro aluno, ficamos por aqui! Nas próximas seções conheceremos um pouco mais sobre os equipamentos utilizados nas coletas bem como as técnicas utilizadas no processo de herborização.

Sem medo de errar

Caro aluno, nesta seção você pôde aprender a importância dos Herbários bem como saber que a unidade básica dos mesmos são as exsicatas. Recordando o contexto hipotético da criação de uma horta com PANCs: você é o responsável pelo projeto e buscou, além de apenas montar a horta, envolver a comunidade em uma busca por plantas da região para serem cultivadas. Agora, respondendo a dúvida do Sr. João, que surgiu quando você salientou que irá destinar para identificação as amostras que o doador diz ser taioba, você explica que acredita que possam ser espécies diferentes, sendo uma a Taioba (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) e a outra a Orelha de elefante (*Alocasia macrorrhizos* (L.) G.Don). Apesar de parecidas, enquanto a primeira pode ser considerada uma PANc e utilizada para alimentação, a segunda apresenta oxalato de cálcio e sapotoxina em toda sua estrutura, que apresentam toxicidade elevada, ocasionando ferimentos na pele e nas membranas mucosas, além de gastroenterites e paralisia do sistema nervoso central, levando o indivíduo a óbito.

Para auxiliar nessa identificação, os herbários são um recurso valioso na identificação de espécies vegetais, podendo ser considerados uma forma de instituição que mantém coleções científicas de plantas na forma de exsicatas, por meio das quais você poderá comparar as informações do espécime que possui com as armazenadas.

Por exemplo: imagine que possui uma espécie que não consegue identificar. Se ela estiver no acervo do herbário, você conseguirá efetuar a comparação e identificar sua família, e com o auxílio de um especialista, a espécie.

E essa identificação é realizada por meios das características morfológicas daquela espécie (quando em comparação entre a amostra e a espécime-testemunha). Por exemplo, em briófitas, os gametófitos e esporófitos, e em pteridófitas, as partes vegetativas e férteis (contendo soros, ou estróbilos) e os rizomas são estruturas que permitem sua identificação.

Dessa forma, a coleta é uma parte importante na identificação da planta, pois fornece informações essenciais que podem auxiliar na identificação, como, por exemplo, a altura e circunferência do vegetal, o formato da planta, a disposição dos galhos, os aspectos do tronco e da casca, a coloração e odor das flores, o tamanho, a textura e a cor dos frutos.

Perceba que o ato da coleta faz muita diferença no sucesso da identificação, pois proporciona muitas informações sobre a planta. Porém em casos que se possui apenas uma amostra sem as informações necessárias, fora do habitat natural e com ausência de algumas estruturas morfológicas, poderá haver equívocos na classificação da mesma.

Fique atento, pois todas as plantas que você escolher para horta no final do levantamento deverão ser preservados em exsicatas, classificadas e doadas ao herbário.

Avançando na prática

Planejamento de coleta vegetal em campo

Descrição da situação-problema

A identificação das plantas sempre foi um desafio para os sistematas, sendo que os herbários são uma boa opção quando se trata de identificar uma espécie por comparação. No entanto, alguns processos são necessários para se coletar uma espécie e conseguir transformá-la em um objeto comparável ao acervo de um herbário. Você é o agrônomo de uma equipe de multiprofissionais que estão efetuando o levantamento de algumas espécies de uma região de floresta tropical. O objetivo da expedição é realizar o levantamento das espécies existentes no local, verificar se há a presença de exóticas e/ou exóticas invasoras, bem como identificar novas espécies que possam ser de interesse alimentício e farmacológico.

Para esse trabalho, alguns passos são de extrema importância, tanto no planejamento da coleta como no desenvolvimento da mesma. Alguns problemas surgiram logo no planejamento da coleta, a equipe não encontrou um guia e ainda os aparelhos de GPS perderam o sinal. Como você encara essa situação: deve desistir da coleta? A presença de um guia é fundamental?

Resolução da situação-problema

Para se iniciar o planejamento da coleta, deve-se consultar mapas físicos, verificar se todos os equipamentos estão em funcionamento, como o GPS, bem como formar uma equipe, de preferência com alguém que conheça a área de coleta.

Uma vez que, para fins comparativos ou alocação em herbários como material testemunho, faz-se necessários as coordenadas geográficas, se o GPS não funcionar no momento da coleta, poderá descaracterizar a validade da mesma.

A presença de uma guia é de extrema relevância, caso não conheça a região, o uso da tecnologia para definir o local também deve ser considerado, no caso da sua expedição a uma floresta tropical, o ideal é organizar e atender todos os fatores de segurança, adiando o dia da coleta até que todos os aspectos do planejamento estejam contemplados.

Faça valer a pena

1. Algo que devemos destacar sobre os herbários é a possibilidade de se compreender os padrões de variação das plantas em seu ambiente natural. Tais espécies evidenciam a variação morfológica de populações, espécies e taxa superiores, bem como sua distribuição geográfica e suas características ecológicas, destacando períodos de floração e frutificação (JUDD, et al., 2009).

Sobre os herbários, marque V para verdadeiro e F para falso.

- () As unidades básicas de um herbário são as fichas de campo.
- () O acervo de um herbário também pode ter a função de “materiais testemunhos”, pois pode documentar a ocorrência de uma espécie vegetal em uma região.
- () As condições de armazenamento dos herbários precisam garantir que as amostras não se deteriorem, mantendo condições de temperatura e

umidade controladas constantes, livre do ataque de fungos e insetos, garantindo, assim, o acervo preservado por tempo indeterminado.

Analise as alternativas e marque a sequência correta.

- a) V, F, V.
- b) V, F, F.
- c) F, V, V.
- d) V, V, V.
- e) V, V, F.

2. As unidades básicas dos herbários são as exsicatas, mas para que você entenda como esse recurso é incorporado a um herbário, ao montar uma exsicata, sempre se deve inserir uma etiqueta com os dados: nomenclatura científica do vegetal; nomenclatura popular; região da coleta; coletor e a data da coleta.

Após os processos de herborização, para se ter uma exsicata apta a pertencer a um acervo de herbário, a mesma pode ser armazenada seguindo dois critérios.

Marque a alternativa correta que demonstre os dois critérios de armazenamento de exsicatas em herbários.

- a) (1) Relação alfanumérico de acordo com a classificação taxonômica de Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. (2) Relação filogenética, tendo como base a ordem de parentesco e evolução nos grupos de classificação taxonômica.
- b) (1) Relação alfanumérico de acordo com a ficha de campo, em que se define Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. (2) Relação filogenética, tendo como base a ordem de parentesco e evolução nos grupos de classificação taxonômica.
- c) (1) Relação alfanumérico de acordo com a classificação taxonômica de Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. (2) Planejamento da coleta, tendo como base a ordem de parentesco e evolução nos grupos de classificação taxonômica.
- d) (1) Ficha e campo de acordo com a classificação taxonômica de Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. (2) Planejamento da coleta, tendo como base a ordem de parentesco e evolução nos grupos de classificação taxonômica.
- e) (1) Relação alfanumérico de acordo com a ficha de campo, em que se define Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie. (2) Relação filogenética, tendo como base a classificação de Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie.

3. Alguns aspectos são muito importantes em campo, um deles é a ficha ou caderneta de anotações de dados em que você irá registrar as informações do local e da planta. Cada espécie coletada deve conter uma ficha, ser etiquetada e numerada, e como o material coletado passará por um processo de herborização, perderá alguns aspectos que, portanto, devem ser anotados em campo.

Quais as informações sobre a planta que deverão ser anotadas em campo em uma ficha ou caderneta de campo?

- a) Somente as informações sobre o bioma são relevantes.
- b) Informações das condições do solo e do bioma.
- c) Temperatura, unidade, bioma e solo.
- d) Altura e circunferência do vegetal, o formato da planta, a disposição dos galhos, os aspectos do tronco e da casca, a coloração e o odor das flores, o tamanho, a textura e a cor dos frutos.
- e) Somente a cor e o odor das flores e dos frutos, os demais aspectos a herborização não danifica.

Seção 4.2

Técnicas para coleta de espécies vegetais

Diálogo aberto

Olá, caro aluno. Nesta seção iremos aprender, de forma prática, a técnica para coleta de materiais vegetais utilizando, de maneira correta, os materiais, os métodos bem como o processo de herborização. E para imergir completamente nesta coleta, vamos relembrar nosso contexto, em que você está trabalhando em um projeto de horta associada às PANCs (Plantas Alimentícias Não Convencionais) e desenvolvido pela prefeitura da cidade.

Para promover a interação social no projeto, bem como propiciar o cultivo de espécies que valorizem a regionalização, você solicitou ajuda das pessoas para receber amostras vegetais. Uma vez que a comunidade, em sua grande maioria, desconhece os processos de herborização do material e o intuito do projeto é o cultivo, você recebeu amostras em condições diversas. Para auxiliar no processo de identificação, faz-se necessária a aplicação das técnicas de herborização.

Em certo momento, um dos responsáveis pela doação de alguns espécimes, ao ouvir você relatar para um dos membros do herbário que existem espécies coletadas e herborizadas inadequadamente (algumas com desidratação incompleta ou em vidro de álcool) e outras in natura, faz os seguintes questionamentos: como deve ser realizada a coleta do material? Como deve ser realizada a herborização do material? Será que a forma como as amostras foram doadas prejudicará a herborização?

Caro aluno, no final desta seção, você será capaz de responder essas perguntas, elencar as principais etapas do processo de herborização bem como conhecer a técnica para elaboração de uma exsicata.

Vamos lá!

Não pode faltar

Prezado aluno, na Seção 1 da Unidade 4 você estudou a importância dos herbários, como ocorre a elaboração de uma ficha de campo e

quais os fatores importantes no planejamento de uma coleta. Nesta seção aprenderemos sobre as técnicas de coleta, quais materiais e métodos são eficientes para efetuar uma coleta botânica bem como os processos posteriores para herborização do material vegetal.

Para iniciar, vamos relembrar a importância de definir o nome científico de uma espécie vegetal. A nomenclatura botânica tem por objetivo padronizar os nomes dos espécimes vegetais dentro de um sistema de classificação elencado em níveis hierárquicos (grupo, família, gênero, espécie, dentre outros). Como já visto, isso evita equívocos provenientes das diferentes nomenclaturas populares derivadas da região onde a espécie está localizada.

Como já vimos anteriormente, o planejamento da coleta é fundamental para que se obtenha êxito e seja possível atingir a finalidade do estudo. Vale ressaltar que, o correto preenchimento da ficha de campo, com os dados de localidade, data, habitat, altitude, informações morfológicas do espécime, dentre outros, é fundamental para posterior uso dos espécimes coletados.

É importante entender que a ficha de campo é constituída de muito detalhes com o intuito de fornecer informações que possam auxiliar na identificação das plantas coletadas. Caso não recorde isso, retorne à Seção 1 da Unidade 4.

Para atender todas as premissas que buscam propiciar qualidade à coleta botânica, a escolha dos materiais de campo são de extrema importância. Assim, posteriormente à organização da ficha de campo, deve-se separar os materiais, utensílios e/ou equipamentos que serão levados a campo, sendo que, usualmente, são utilizados:

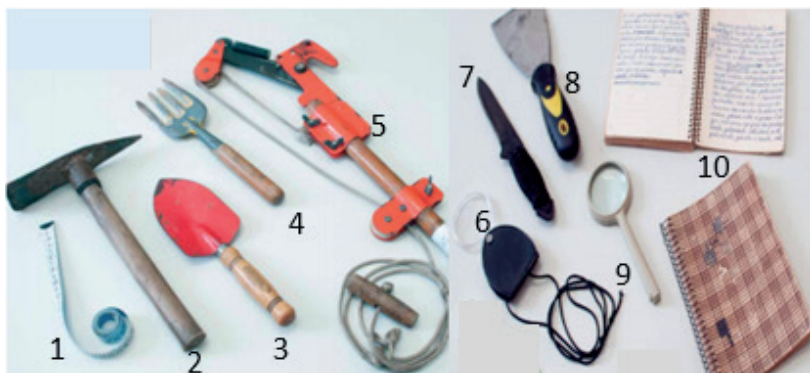
- **Sacos plásticos:** possuem mais de uma finalidade, podendo ser usados para acondicionar e transportar amostras do local da coleta até o local de prensagem (quando a mesma não for realizada no momento da coleta). Para auxiliar na conservação das características, pode-se borrifar álcool nas plantas e selar os sacos, possibilitando a preservação do material por tempo suficiente para herborização.
- **Prensa de madeira:** utilizada para fixar os materiais coletados e realizar a secagem, consiste em duas peças de madeira e duas correias ou cordas que são utilizadas para amarração da prensa com o material coletado intercalado por papelão, jornal e folhas de alumínio.

- **Corda, correia ou barbante:** para efetuar a amarração das prensas.
- **Ferramentas para escavar:** permitir a retirada de estruturas subterrâneas.
- **Tesoura de poda:** instrumento cortante utilizado para coleta e “limpeza” da amostra.
- **Jornais:** utilizado como insumo para deposição dos espécimes coletados na prensa.
- **Folhas de papelão:** moldados no tamanho apropriado à prensa para intercalar entre as folhas de jornal que contêm as amostras coletadas, separando-as. Proporcionam, ainda, maior rigidez na montagem da prensa bem como auxilia na secagem do material.
- **Folhas de alumínio corrugado** - são dispostas entre as folhas de papelão.
- **Lupa de mão:** aumentar a visualização de estruturas diminutas.
- **Canivete:** instrumento cortante com várias finalidades na coleta.
- **Lápis ou caneta:** utilizado para o preenchimento da ficha de campo bem como a numeração das amostras na folha de jornal, na etiqueta do saco plástico ou vidro.
- **Mapas:** para localização e conhecimento da área de coleta
- **Recipientes de vidro:** para acondicionar flores e frutos em meio líquido (líquidos fixadores) quando necessário.
- **Álcool 92,8%** - para borrifar no material, preservando-o.
- **Líquidos fixadores:** geralmente utiliza-se álcool 70%, porém, existem soluções compostas de formol e outras substâncias.
- **Câmera fotográfica:** Para registro fotográfico das características do espécime e do seu habitat.
- **Repelente de insetos:** usado nos participantes da coleta para evitar picadas.
- **Suporte e Podão:** usado para coleta de amostras que estejam em altitudes inacessíveis.
- **Fita métrica:** utilizado para medir o diâmetro e/ou a circunferência das árvores.
- **Altímetro ou multímetro para coleta botânica:** instrumento para medir altitudes.

- **Bússola:** aparato para determinar direções.
- **GPS Geodésico:** utiliza-se para medir altitude e coordenadas geográficas do espécime coletado.
- **Fita adesiva:** para colocar número nos espécimes e fixar os sacos plásticos.
- **Folhas de papel manteiga:** para amostras delicadas, como flores frágeis.
- **Sílica em gel:** para secagem do material que será utilizado para estudos genéticos.

Acima, foram citados os equipamentos primordiais para a realização efetiva de coletas botânicas; porém, além deles, a equipe pode dispor de outros equipamentos que possam lhe ser útil, como, por exemplo, binóculos para observação de flores encontradas em árvores com elevado porte. Na Figura 4.4, você poderá observar a imagem de alguns dos utensílios essenciais de coleta botânica.

Figura 4.4 | Utensílios de coleta de amostra botânica. 1-Fita Métrica / 2- Machadinha / 3- Pá / 4- Garfo / 5- Podão / 6- Lupa de bolso / 7- Faca / 8- Espátula / 9- Lupa / 10- Caderneta de campo



Fonte: Peixoto et al. (2013, p. 30 e 31).



Assimile

Na identificação, as espécies de um determinado gênero devem apresentar as características ou os traços particulares dele, bem como os gêneros de uma determinada família devem apresentar as características ou os traços particulares dela e assim por diante.

Para evitar possíveis contratempos, sugere-se a realização de uma *check list* que anteceda a saída para garantir que todos os utensílios e/ou equipamentos estejam sendo levados. Depois de tudo planejado e materiais organizados, hora de partir para a coleta do material botânico em campo.

As amostras coletadas devem ser representativas quanto à possível variação observada na população da mesma no local da coleta. Segundo Wiggers e Stang (2008) recomenda-se a coleta de, no mínimo, cinco espécimes, permitindo documentar adequadamente a possível variação existente no local. É importante esse tipo de coleta pois, caso alguma dos espécimes apresente danos na estrutura no processo de prensagem ou não notados na hora da coleta, tem-se outros espécimes para serem utilizados.

Deve-se priorizar, sempre, a coleta de plantas saudáveis, bem desenvolvidas e, se possível, com as suas partes subterrâneas e inflorescência. A coleta de apenas uma flor ou uma folha, por vezes, inviabiliza a identificação da mesma, sendo ideal a realização de um corte da folha na base do caule ou, tratando-se de indivíduos não arbóreos, na base da planta.

Essas amostras, posteriormente ao processo de herborização, destinam-se a um indivíduo (exsicata) para compor a coleção do herbário, denominado unicata, e as demais são chamadas de duplicatas, servindo de apoio em pesquisas e, ainda, podendo ser trocadas ou emprestadas a especialistas (WIGGERS & STANG, 2008).



Lembre-se

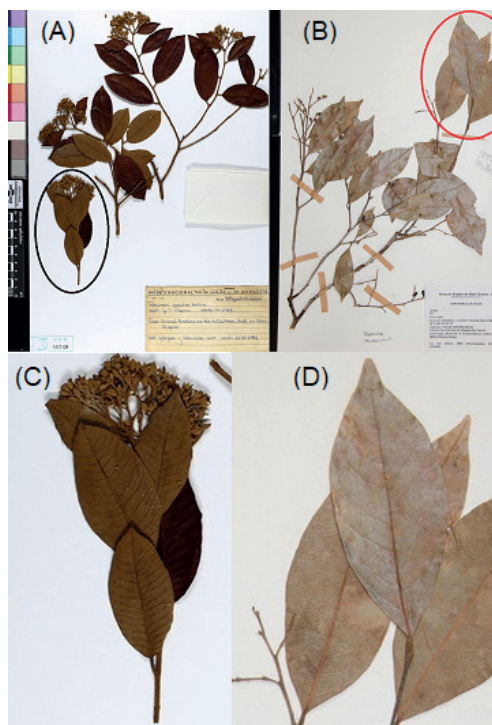
Folhas são as principais estruturas fotossintetizantes da maioria das plantas, originando-se nos nós de um caule, geralmente abaixo de uma gema. Já os folíolos são as unidades das folhas compostas, sendo chamados também de lâminas.

Quando realizada a coleta de plantas com ramificações extensas, como algumas espécies da família Arecaceae, popularmente denominadas "Palmeiras e Coqueiros", dá-se a necessidade de cortá-las ou dobrá-las para adequá-las às dimensões da prensa.

No caso de árvores ou arbustos, quando possível, deve-se cortar alguns ramos que apresentem as características vegetativas e

reprodutivas. Em muitos casos, diferenças sutis podem caracterizar espécies diferentes. Como exemplo, podemos citar as espécies *Licania octandra* (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze (Figura 4.5a e 4.5c) e *Parinari excelsa* Sabine (Figura 4.5b e 4.5d); que se diferenciam pela quantidade de nervuras secundárias na folha.

Figura 4.5 | Espécime de (A e C) *Licania octandra* (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze e *Parinari excelsa* Sabine (B e D)



Fonte: adaptada de <<http://inct.splink.org.br/>>.

Caso a coleta seja de espécies suculentas, como a espécie *Cotyledon Tomentosa* Harv, tem-se a opção de efetuar o corte longitudinal ou em seção transversal e preservá-la em álcool 70%.

Outra peculiaridade se dá na coleta de fruto que possuem tamanho de médio a grande, impossibilitando a prensagem, sendo uma opção enrolar o mesmo em jornal e efetuar as anotações das informações de coleta, enumerando consorciadamente a ficha de campo do indivíduo pai. Se a coleta for de plantas aquáticas, utiliza-se recipientes com

água para conservar a amostra e, posteriormente, no momento da herborização, faz-se a transferência da mesma para a folha de papel.

Em alguns casos, quando a amostra se encontra inacessível, mediante a altura do indivíduo arbóreo, para se coletar a amostra, poderá ser necessária a realização da escalada da árvore (Figura 4.6). Para isso, além da necessidade do domínio das técnicas de escala, são necessários, para possibilitar a realização da subida bem como garantir a segurança na coleta, alguns equipamentos, como: cinta para prender o coletor na árvore; cinto de segurança preso na cintura do coletor; um cinto ou laço que fique preso aos pés e ocasione aderência à árvore, dentre outros.

Esse tipo de coleta utiliza princípios de alpinismo e somente deverá ser realizado por coletores que possuem treinamento, uma vez que existem procedimentos para realização visando evitar acidentes.

Figura 4.6 | Coleta de amostra botânica em árvores



Fonte: Peixoto et al. (2013, p. 42).

Para toda e qualquer amostra coletada, é necessário que seja dada uma identificação (geralmente numérica) na espécie (no canto do jornal ou em fita crepe) e na ficha de campo da mesma, permitindo associar posteriormente as informações coletadas com o indivíduo bem como alocar as informações, caso a amostra seja transformada em uma exsicata.

Depois de coletadas, as amostras devem ser transportadas até um local apropriado para se efetuar o depósito em folhas de jornal e iniciar a primeira etapa do processo de herborização. Para isso, podemos usar sacos plásticos com identificação numérica, e caso o mesmo saco contenha diferentes amostras, elas devem ser identificadas individualmente.

No Quadro 4.2, você poderá observar algumas informações sobre as características da planta e sua forma de coleta.

Quadro 4.2 | Tipo e/ou característica da Planta x Método de Coleta

Amostra	Manuseio
Flores e frutos suculentos	Conservação em solução fixadora, álcool 70%.
Flores frágeis	Devem ser fixadas antes da prensagem e pressionadas entre papel manteiga.
Bromélias	As amostras diminutas são coletadas inteiras; quanto aos grandes, coleta-se algumas folhas e flores e/ou frutos, procurando anotar o tipo de base.
Palmeira	Para a coleta da palmeira, deve-se usar o podão e efetuar o corte da folha na base; como a folha é grande, o ideal é que se retire os folíolos de um dos lados, mantendo os do ápice. Para a prensagem, corta-se cada folha em três partes, especificando a base com a letra B, o meio com a letra M e o ápice com a letra A.
Briófitas	Briófitas são vegetais sem vascularização, não devem ser prensados, podendo ser inseridos em saquinhos de papel.
Algas	As algas são conservadas em água do mesmo local da coleta ou em solução fixadora, quando não for possível herborizar em seguida.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como mencionado anteriormente, pode-se iniciar as etapas de herborização ainda em campo, efetuando a prensagem do material que, posteriormente, será remetido à secagem e triagem, sendo esses três passos parte do processo de herborização (WIGGERS & STANG, 2008).

O processo de prensagem nem sempre poderá ocorrer em campo, pois as condições ambientais podem dificultar o manuseio das amostras. Neste caso, uma estratégia é borrifar álcool 92,8% nas amostras e acondicioná-las em sacos plásticos, permitindo que suas condições naturais se mantenham por mais tempo.

Apesar da possibilidade de realizar o processo de prensagem após a coleta, o mesmo deve ser feito antes que ocorra a desidratação, pois isso pode danificar algumas estruturas.

Dessa forma, quando for realizar a disposição da planta em uma folha de jornal dobrada para prensagem, deve atentar-se ao fato de que devem ser destacadas as faces dorsal (ao menos dois folíolos) e ventral das folhas, frutos e flores. Seguindo essas premissas, no processo de herborização, evita-se que as folhas, flores e frutos sejam prensados dobrados, para que todas as características morfológicas fiquem visíveis.

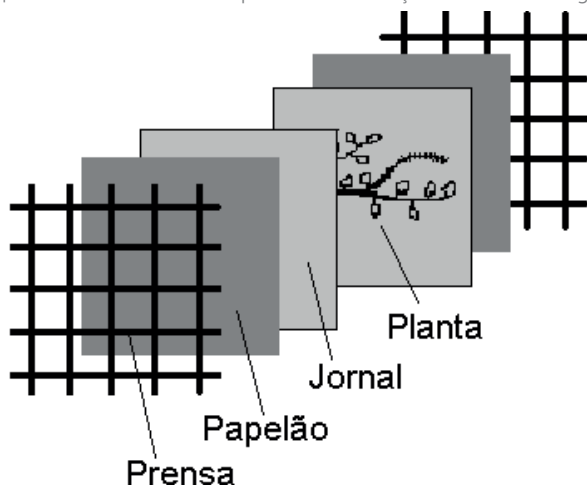
Prosseguindo com as etapas da prensagem, a relação da quantidade de material para cada folha de jornal deve seguir a seguinte orientação: deve-se colocar amostras suficientes para preencher a superfície da folha, e no caso de amostras com dimensões pequenas, pode-se inserir várias na mesma folha de jornal. Se forem amostras com grandes dimensões, como já dito e exemplificado anteriormente, podem ser dobradas com cuidado, evitando danos, ou cortadas em partes identificadas (WIGGERS & STANG, 2008).

A disposição do material na prensa é organizada da seguinte maneira: uma peça de madeira da prensa / folha de papelão / corrugado de alumínio / papel secante / jornal com a amostra coletada / papel secante para absorver a unidade da espécie / papel secante/ corrugado de alumínio / folha de papelão. Após dispor todas as amostras coletadas, coloca-se a segunda peça de madeira e realiza a amarração da prensa.

Você deverá amarrar a prensa com as pilhas de amostras dentro, que devem ficar dispostas de modo que as amostras fiquem entre as folhas de papelão.

Na Figura 4.7, podemos observar um exemplo simplificado dos elementos utilizados na herborização de material vegetal.

Figura 4.7 | Elementos necessários para a herborização de material vegetal



Fonte: Barbosa et al. (2001, [s.p.]).

Note que não estão elencados todos os elementos descritos anteriormente uma vez que eles objetivam acarretar maior qualidade do material herborizado (na imagem observa-se apenas o mínimo necessário para prensagem).

Agora que você já prensou suas amostras, é hora de levá-las para secagem, e esse processo pode ser feito de várias formas: por meio da disposição do material ao sol ou deixando-o em um local seco (sendo necessário trocar diariamente o papel absorvente). No entanto, uma forma eficiente e segura é usar uma estufa de secagem, prezando pela disposição da prensa de modo que permita a passagem de ar quente através da mesma, evaporando a umidade.

Um ponto de atenção é que os frutos deverão ser retirados do espécime nesse processo e secos separadamente. A prensa, ao ser colocada na estufa, deve conter a identificação do coletor e a data da coleta.

No decorrer da secagem, deve-se fiscalizar a prensa e, caso seja necessário, pressioná-la para que o material continue fixo. Pode-se, ainda, alterar sua posição para que o calor seja dissipado de forma equilibrada. Em média, o processo de secagem ocorre de 1 a 4 dias e a aparência dos espécimes secos será rígida. Finalizando a secagem, devem ser retirados da prensa, mas permanecer entre as folhas de jornal, amarradas, formando uma prensa de papelão.

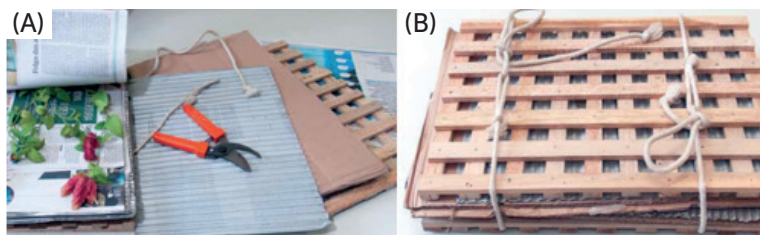
Depois de secas e antes da montagem das exsicatas, as amostras devem permanecer em folhas de jornal, evitando que se quebrem e, caso o ambiente seja muito úmido, podem ser armazenadas em sacos plásticos fechados com grânulos de sílica-gel.



Exemplificando

Na Figura 4.8 (A) você poderá observar o material vegetal prensado entre as folhas de jornal e na figura 4.8 (B) uma prensa de madeira com material dentro dela, devidamente amarrado com cordões de algodão.

Figura 4.8 | Processamento de material vegetal para montagem de exsicatas. (A) material necessário (B) prensa de madeira



Fonte: Peixoto et al. (2013, p. 52).

Se não for possível efetuar a secagem do material assim que retornar de campo, pode-se usar algumas opções, como fixar por tempo determinado a amostra em álcool ou outro fixador, e ainda colocar as plantas coletadas em sacos plásticos bem vedados.

Para as amostras que já passaram pela prensagem e secagem, realiza-se a triagem e a amostra que estiver em melhores condições (desde que a ficha de campo esteja adequada) poderá ser destinada para o herbário (depois de montadas as exsicatas), compondo o acervo para futuras identificações.

Para compor o acervo de um herbário, o próximo passo será a montagem da exsicata, que estudaremos na Seção 3 desta unidade.



Pesquise mais

E para saber como ocorre o processo de coleta e herborização, assista ao vídeo a seguir:

MASSANORI TAKAKI. **Herborização**. 8 mar. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OYhnrxmxgPE>>.

Acesso em: 30 jun. 2018.

Sem medo de errar

Caro aluno nesta seção você aprendeu como efetuar a coleta de uma amostra botânica utilizando os materiais e os métodos corretos e como ocorre o processo de herborização composto de prensagem secagem e triagem.

E para uma melhor compreensão de todos esses conceitos, vamos voltar à nossa situação hipotética em que você é o agrônomo responsável pelo projeto da horta associada às PANCs. Depois de receber várias amostras de plantas da comunidade, para auxiliar no processo de identificação, você precisa realizar a herborização do material. Um dos doadores das plantas do projeto faz os seguintes questionamentos: como deve ser realizada a coleta do material? Como deve ser realizada a herborização do material? Será que a forma que as amostras foram doadas prejudicará a herborização?

A coleta do material botânico varia de acordo com as características morfológicas do espécime coletado. Dessa forma, as mesmas devem ser representativas quanto à possível variação observada na sua população no local da coleta. Segundo Wiggers e Stang (2008), recomenda-se a coleta de, no mínimo, cinco espécimes, permitindo documentar adequadamente a possível variação existente no local.

Deve-se, sempre, priorizar a coleta de plantas saudáveis, bem desenvolvidas e, se possível, com as suas partes subterrâneas e a inflorescência. A coleta de apenas uma flor ou uma folha, por vezes, inviabiliza a identificação da mesma, sendo ideal a realização de um corte da folha na base do caule ou, tratando-se de indivíduos não arbóreos, na base da planta.

Quando realizada a coleta de plantas com ramificações extensas, como algumas espécies da família Arecaceae, popularmente denominadas “Palmeiras e Coqueiros”, ocorre a necessidade de cortá-las ou dobrá-las para adequá-las às dimensões da prensa. No caso de árvores ou arbustos, quando possível, deve-se cortar

alguns ramos que apresentem as características vegetativas e reprodutivas. Em muitos casos, diferenças sutis podem caracterizar espécies diferentes.

O correto processo de herborização se inicia com a prensagem do material. Para isso, coloca-se a planta em uma folha de jornal dobrada, atentando-se para que sejam destacadas as faces dorsal (ao menos dois folíolos) e ventral das folhas, frutos e flores. Seguindo essas premissas, no processo de herborização, evita-se que as folhas, as flores e os frutos sejam prensados dobrados, flores ou frutos, para que todas as características morfológicas fiquem visíveis.

A quantidade de material para cada folha de jornal deve seguir a seguinte orientação: deve-se colocar amostras suficientes para preencher a superfície da folha e, no caso de amostras com dimensões pequenas, pode-se inserir várias na mesma folha de jornal. Se forem amostras com grandes dimensões, como já dito e exemplificado anteriormente, podem ser dobradas com cuidado, evitando danos, ou cortadas em partes identificadas (WIGGERS & STANG, 2008).

A disposição do material na prensa é organizada da seguinte maneira: uma peça de madeira da prensa / folha de papelão / corrugado de alumínio / papel secante / jornal com a amostra coletada / papel secante para absorver a unidade da espécie / papel secante/ corrugado de alumínio / folha de papelão. Após dispor todas as amostras coletadas, coloca-se a segunda peça de madeira e realiza a amarração da prensa.

Apesar da possibilidade de realizar o processo de prensagem após a coleta, ele deve ser feito antes que ocorra a desidratação, pois isso pode danificar algumas estruturas.

Como as plantas foram doadas em condições inadequadas (in natura e pouco desidratadas), dependendo do tempo, até o processo de herborização, e da ausência das informações dos espécimes (dados da ficha de campo), a identificação delas poderá ser impactada. A ausência de todas as estruturas, plantas murchas e a ausência de coloração de flores e frutos são fatores limitantes para o processo de identificação.

Agora, não deixe de listar todos os procedimentos que devem ser realizados na herborização das amostras, pois seu próximo passo é a montagem das exsicatas e essa etapa já deverá ter sido realizada!

Coleta de uma amostra de palmeira

Descrição da situação-problema

Você trabalha como agrônomo em um Instituto de Pesquisas Botânicas e está participando, pela primeira vez, de um grupo de coleta botânica composto por 5 participantes. O grupo já efetuou o planejamento da expedição, que será em uma região de montanha; o objetivo é coletar amostras botânicas de uma espécie de palmeira recém descoberta para compor o acervo do herbário do Instituto. Um dos participantes relatou que as folhas da palmeira podem gerar dificuldades na hora da coleta e herborização. Quais razões o participante teria para expor tais dificuldades?

Resolução da situação-problema

Uma vez que um dos participantes relatou dificuldades na coleta e herborização das folhas da Palmeira, você salienta que, quando é realizada a coleta de plantas com ramificações extensas, como algumas espécies da família Arecaceae, popularmente denominadas “Palmeiras e Coqueiros”, há uma necessidade de cortá-las ou dobrá-las para adequá-las às dimensões da prensa.

A palmeira é uma planta alta e suas folhas são bem grandes, portanto, para a coleta da amostra, deve-se usar o podão e efetuar o corte da folha na base do caule. Como a folha é grande, o ideal é que se retire os folíolos de um dos lados, mantendo os do ápice, e para a prensagem, corta-se cada folha em três partes (ou mais, se necessário), especificando a base com a letra B, o meio com a letra M e o ápice com a letra A.

A disposição do material para prensagem faz-se da mesma forma que na coleta de outras espécies, organizando-o da seguinte maneira: uma peça de madeira da prensa / folha de papelão / corrugado de alumínio / papel secante / jornal com a amostra coletada / papel secante para absorver a unidade da espécie / papel secante/ corrugado de alumínio / folha de papelão. Após dispor todas as amostras coletadas, coloca-se a segunda peça de madeira e realiza-se a amarração da prensa.

Faça valer a pena

1. A herborização de uma amostra botânica deve se iniciar em campo, logo após a organização das espécies coletadas. Essa ação evita danos às amostras, e para que todo o processo ocorra de forma eficiente, a herborização conta com algumas etapas, que devem ser seguidas na sequência, garantindo o sucesso da coleta.

Assinale a alternativa que descreva corretamente as etapas do processo de herborização.

- a) Prensagem, secagem e triagem.
- b) Ficha de campo, secagem e triagem.
- c) Prensagem, ficha de campo e secagem.
- d) Ficha de campo, prensagem e triagem.
- e) Prensagem, planejamento da coleta e ficha de campo.

2. Segundo Wiggers e Stang (2008), é recomendada a coleta de, no mínimo, cinco espécimes, permitindo documentar adequadamente a possível variação existente no local. É importante esse tipo de coleta, pois, caso algum dos espécimes apresente danos na estrutura no processo de prensagem ou não notados na hora da coleta, tem-se outros espécimes para serem utilizados.

Relacione as colunas abaixo referente à planta e à coleta.

- 1 - Bromélias.
- 2 - Palmeiras.
- 3 - Algas.

() Deve usar o podão e efetuar o corte da folha na base, como a folha é grande, o ideal é que se retire os folíolos de um dos lados, mantendo os do ápice. E para a prensagem, corta-se cada folha em três partes, especificando a base com a letra B, o meio com a letra M e o ápice com a letra A.

() São conservadas em água do mesmo local da coleta, ou solução fixadora, quando não for possível herborizar em seguida.

() As amostras diminutas são coletadas inteiras; quanto aos grandes, coleta-se algumas folhas e flores e/ou frutos, procurando anotar o tipo de base.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- a) 3, 2 e 1.
- b) 1, 2 e 3.

- c) 3, 1 e 2.
- d) 2, 3 e 1.
- e) 1, 2 e 3.

3. A coleta de amostras botânicas é um processo que necessita de paciência e muita atenção. Todo o processo se inicia com o planejamento da expedição, a formação de uma equipe, a seleção dos materiais e utensílios necessários, a definição do tipo de amostra, e a partir desse ponto se define o método de coleta, e após analisar cada espécie, efetua-se a coleta. Com a amostra em mãos, quais seriam as próximas etapas, antes da herborização?

Assinale a alternativa correta.

- a) Depois de coletadas, para transportar as amostras até um local apropriado para efetuar o depósito em folhas de jornal, usar sacos plásticos com identificação numérica, caso transporte mais de uma espécie no saco, deverá identificá-las individualmente. Depositar a amostra botânica em uma folha de jornal e anotar a numeração das espécies. Para cada planta coletada, é atribuído um número, permitindo uma organização das amostras em campo. Você deverá efetuar as anotações na parte inferior da folha de jornal, que deve conter o número da amostra.
- b) Nunca usar sacos plásticos. Depositar todas as amostras botânicas em uma sacola e anotar a numeração das espécies. Para cada planta coletada é atribuído um número, permitindo uma organização das amostras em campo.
- c) Depois de coletadas, para transportar as amostras até um local apropriado para efetuar o depósito em folhas de jornal, usar sacos plásticos com identificação numérica. Depositar a amostra botânica em uma folha de jornal e não anotar a numeração das espécies. Para cada planta coletada é atribuído um número, permitindo uma organização das amostras em campo.
- d) Depositar todas as amostra botânica em recipiente com substância fixadora e não anotar a numeração das espécies. Para cada planta coletada é atribuído um número, permitindo uma organização das amostras em campo.
- e) Depositar a amostra botânica em uma folha de jornal e anotar a numeração de todas as espécies na primeira folha de jornal utilizada. Você deverá efetuar as anotações na parte inferior da folha de jornal, que deve conter o número da amostra, local de coleta, data, nome e número de coletor.

Seção 4.3

Montagem de exsicata e identificação

Diálogo aberto

Caro aluno, nas seções anteriores você conheceu a importância dos herbários; como são realizadas as coletas de amostras botânicas utilizando os métodos adequados de acordo com as características do espécime; os materiais e utensílios utilizados e o processo de herborização.

Nesta última seção estudaremos como é realizada a montagem das exsicatas a partir do material herborizado e como se dá a identificação dos espécimes coletados por meio de chaves de identificação.

Para aplicarmos os conhecimentos que serão adquiridos, vamos relembrar o contexto hipotético no qual você está vivenciando a experiência de trabalhar como agrônomo em uma prefeitura, sendo responsável pelo projeto de horta associada às PANCS. O intuito do projeto é complementar o abastecimento das creches do município e ainda resgatar as espécies típicas da região.

Como o projeto envolveu a comunidade, por meio da doação de amostras de plantas regionais, algumas foram fornecidas em condições impróprias. Em um desses casos, você explica ao morador que forneceu a amostra de *Dioscorea bulbifera* L. (Cára-Moela) que ela foi coletada inadequadamente (folhas danificadas, aspecto murcho e frutos acondicionado em vidro com água) e que não poderia ser utilizada na montagem de uma exsicata (após o processo de herborização). Você salienta que algumas amostras serão doadas para o herbário da região; que essa planta, em questão, apresenta frutos grandes, que foram armazenados incorretamente, e exige a coleta de algumas informações essenciais, que serão inseridas na ficha da amostra.

O morador lhe convida para realizar a coleta em sua propriedade e, após a herborização do material, o mesmo lhe faz os seguintes questionamentos: como deve ser realizada a montagem e o armazenamento da exsicata dessa espécie? Existem outras plantas que apresentam peculiaridades para montagem? Quais são as informações necessárias que deverão ser coletadas para compor a ficha do herbário? Será necessária uma nova coleta?

Depois da montagem das exsicatas, você se comprometeu com o herbário, comprometeu-se em doar as mesmas para o acervo, garantindo que todo o processo, desde a coleta até a montagem da exsicata, permitiu preservar o espécime em boas condições para serem guardadas.

Caro aluno, este é nosso último desafio, aproveite!

Vamos lá?

Não pode faltar

Prezado aluno, para continuarmos nosso processo de aprendizagem de como identificar espécies vegetais a partir de espécimes coletados e herborizados, utilizando como subsídio um herbário, estudaremos, nesta seção, a caracterização do material coletado, a montagem de exsicatas, a utilização de chaves de identificação e como registrar as informações descobertas e arquivar as exsicatas em herbário.

Depois de realizar o processo de herborização do material coletado (por meio de prensagem e secagem), são montadas as exsicatas. A montagem é realizada em consonância com as características do material de cada amostra, optando-se pela forma mais viável de afixação do mesmo, isto é, algumas amostras podem ser fixadas em cartolina (ramos com folhas e flores) e outras em envelopes (sementes e frutos). No caso de envelopes que não sejam anexados à cartolina, deve-se inserir o número da exsicata correspondente, possibilitando a associação dos materiais.

Se forem estruturas grandes (frutos), que impossibilitem o armazenamento nos moldes citados acima, poderão ser inseridas em frascos com a identificação da exsicata mãe. Na figura 4.9 você poderá observar um exemplo de frutos em recipientes de vidro.

Figura 4.9 | Fruto armazenado em herbário



Fonte: Peixoto et al. (2013, p. 79).

Um exemplo de espécie que poderá ter uma de suas estruturas (especificamente seus tubérculos) armazenada em recipientes de vidro é a *Dioscorea bulbifera* L., popularmente denominada Cará-moela. Essa planta apresenta tubérculos ("batatas") aéreos, ricos em amido e vitamina B, podendo ser consumidos pela população.

Figura 4.10 | *Dioscorea bulbifera* L. com destaque para o tubérculo



Fonte: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bulbifera.jpg>>. Acesso em: 9 ago. 2018.

Para a realização da montagem de uma exsicata, faz-se necessária a utilização de alguns materiais e/ou equipamentos básicos, sendo: **cartolina** (de preferência branca) em tamanho padrão para herbários; **envelopes**; **etiquetas**; **cola solúvel** em água; **agulha de costura**; **linha de costura** e **fita adesiva**.

Além dos materiais utilizados, é importante que, quando for produzir uma exsicata, o profissional tenha domínio das técnicas necessárias. Existem premissas para a alocação do material coletado de acordo com a forma como será disposto. Imaginando que a montagem será realizada em cartolina, deve-se utilizar o seguinte método (passo a passo):

- 1) Fixe amostra botânica na cartolina utilizando cola, fita adesiva ou costurando-a, sendo este último considerado o mais apropriado.
- 2) Partes soltas, como flores, frutos, sementes, dentre outras, devem ser inseridas nos envelopes e colocados na cartolina (se o tamanho for adequado para o mesmo). Se as

dimensões da estrutura vegetal anexada no envelope não permitirem fixar o mesmo na cartolina, faz-se o link pelo número da exsicata mãe, como já mencionado.

- 3) O número da coleta e as informações da espécie serão inseridos na etiqueta, que será colocada na cartolina, em geral, no canto inferior do lado direito.
- 4) Juntamente a isso, ao fim, serão inseridas as informações pertinentes à instituição em que a exsicata será depositada (herbário). Esse processo pode ser realizado utilizando um carimbo ou etiqueta, que ainda deverá constar a numeração para organização do herbário. Na figura 4.11, observa-se um espécime herborizado (Figura 4.11a), o procedimento realizado para montagem de uma exsicata (Figura 4.11b) e o produto final (Figura 4.11c).

Figura 4.11 | Montagem de exsicata. A – Amostra desidratada que passou por herborização / B – Início da fixação da amostra em cartolina / C – exsicata pronta).



Fonte: adaptado de Peixoto et al. (2013, p. 66, 67 e 69).

Nesse processo de montagem da exsicata, não podemos deixar de destacar as características do material que devem ser valorizadas para permitir a identificação. As estruturas que possibilitam a identificação (desde que, na coleta e no processo de herborização, o responsável realize os procedimentos corretos e colete as informações) são: disposição, forma, detalhe da base, ápice, margem e nervação das folhas, tipos de pelos (se houver), características florais, detalhes da parte reprodutiva, tipo de fruto, aspectos da semente e as anotações dos hábitos dessa planta.



Assimile

Caro aluno, perceba que para chegar à confecção de uma exsicata, foi necessária uma jornada com várias etapas, tendo início pelo

planejamento da expedição, levantamento dos equipamentos necessários e busca do conhecimento prévio da área de coleta do material botânico. Posteriormente, faz-se a coleta, seguido do procedimento de herborização e, por fim, a montagem da exsicata, que poderá ser utilizada como insumo de um herbário.

Como destacado, a qualidade de uma exsicata dependerá da forma que essa amostra foi manipulada, se o processo de herborização (desidratação e secagem) foi efetuado da forma correta e se as características da planta foram preservadas.

Para a deposição do material depois de fixado na cartolina, o mesmo deverá ser envolvido por uma estrutura protetora, que pode ser de papel branco, em que será inserido o nome da espécie.

Para uma melhor proteção, opta-se por usar outra capa sobreposta a anterior, porém, de papel madeira e com o nome do gênero. Para manter essa configuração de capas fechadas, pode-se usar fitas de cetim ou outro material, configurando uma “pasta”, composta pela exsicata e duas capas, como observado na Figura 4.12.

Figura 4.12 | Pasta com exsicata



Fonte: Peixoto et al. (2013, p. 71).



Exemplificando

Plantas como as Briófitas geralmente são armazenadas em envelopes de papel. O mesmo se aplica para plantas de dimensões reduzidas bem como flores ou fragmentos soltos do material herborizado.

A confecção dos envelopes faz-se, preferencialmente, utilizando papel manteiga fosco, porém, ainda podem ser de sulfite ou Kraft.

Além da estrutura protetora, a exsicata deve ser armazenada em ambiente apropriado, com temperatura controlada, livre de fungos e insetos. Esses cuidados são necessários uma vez que a umidade dos países tropicais é um grande problema para as coleções, sendo primordial o controle por meio da instalação de aparatos, como desumidificadores, que deverão suprir a área do herbário. Atendidas essas premissas, condiciona-se que o material não se deteriore, permanecendo no acervo do herbário por anos.



Pesquise mais

Depois de ler sobre como é realizado o processo de montagem de uma exsicata, assista ao vídeo abaixo que aborda sucintamente a coleta e a montagem de uma exsicata.

TV CULTURA digital. Herbário Municipal de São Paulo. 01 out. 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kAq-MzbPa0E>>. Acesso em 6 jul. 2018.

Você percebeu que o herbário é uma ferramenta que pode nos auxiliar na identificação botânica, certo? Mas será que existem outros meios didáticos para nos auxiliar em uma possível identificação *in situ*?

Por vezes, pode-se iniciar a identificação do indivíduo a nível de espécie (dependendo da experiência e do conhecimento botânico do coletor) ainda em campo, com o espécime *in natura*, utilizando chaves dicotômicas ou de acesso múltiplo. A mesma premissa pode ser utilizada para identificação de materiais coletados (herborizados). Os materiais usados na identificação (*in situ* ou *ex situ*) são: lupa de mão e pinças de ponta fina, giletes, agulhas histológicas e uma régua milimétrica (caso seja necessário a dissecação).

As chaves dicotômicas são ferramentas importantes, que, por meio de duas afirmações paralelas e mutuamente excludentes, diminuem as possíveis categorias da planta que se objetiva classificar,

possibilitando sua identificação até o nível máximo da chave. Elas se apresentam na forma de **diagramas de fluxo, indentadas** ou **pareadas**.

A observação dos caracteres da amostra é fundamental na utilização da chave de identificação dicotômica. Vamos usar, como exemplo, uma chave de identificação a nível de espécie, elaborada para identificação de espécies florestais na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (Figura 4.13).

Figura 4.13 | Exemplo de Chave Dicotômica para identificação de espécies em área da Universidade de Goiás

5 CHAVE DICOTÔMICA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES NA EA		
1.		
1a. Folhas simples.....		2
1b. Folhas compostas.....		7
2.		
2a. Folhas verticiladas.....	<i>Buchenavia tetraphylla</i>	
2b. Folhas não-verticiladas.....		3
3.		
3a. Folhas opostas cruzadas.....		4
3b. Folhas alternas dísticas.....		5
4.		
4a. Folhas pecioladas.....		6
4b. Folhas com pulvino, exsudação leitosa ao se destacar a folha; camptódroma broquidódroma; nervuras secundárias paralelas entre si e perpendiculares com a nervura principal.....	<i>Hancornia speciosa</i>	

Fonte: Fonseca, Queiroz e Venturoli (2017).

Note que, para facilitar a identificação utilizando uma chave, as indagações iniciam por uma característica geral presente no gênero e/ou espécie seguida da variabilidade da mesma, permitindo a diferenciação. Observe que inicialmente temos 1a **Folhas** Simples e 1b **Folhas** compostas. Se a amostra possuir folhas simples, a análise prossegue para o nível 2 da chave, e se apresentar folhas compostas, avança-se para o nível 7. No caso de folhas simples e verticiladas (nível 2 da chave), a amostra é identificada como *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R.A. Howard.



Folhas simples são definidas como aquelas que possuem apenas um limbo.

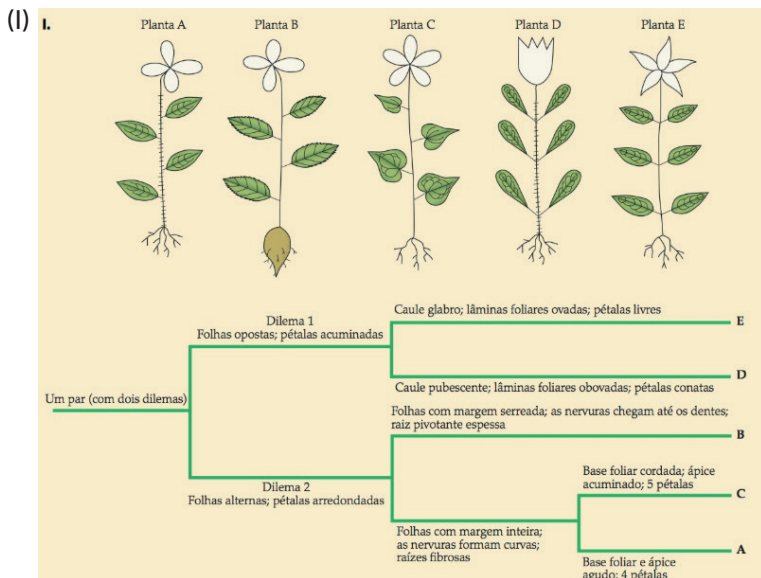
Folhas compostas apresentam divisão do limbo, originando folíolos.

Verticiladas são aquelas que originam três ou mais folhas em um mesmo nó.

Em geral, as chaves não apresentam expressões como “grande” ou “pequena”, preferencialmente elencando caracteres que são constantes ao longo do ano e não que aparecem esporadicamente. Existem diversos termos técnicos que podem não lhe ser comum, porém, várias fichas dispõem de imagens ilustrativas para facilitar a identificação. Caso ainda persistam dúvidas, você pode buscar os termos em dicionários botânicos.

Em chaves pareadas e indentadas, o dilema apresenta-se, respectivamente em paralelo e níveis tabulados. Na Figura 4.14 você poderá observar exemplos de chaves dicotômicas com um diagrama de fluxo (I), uma chave pareada (II) e indentada (III).

Figura 4.14 | Diagrama com Chave dicotômica – Diagrama de Fluxo (I), pareada (II) e Indentada (III).



(II)

II. Chave pareada

- | | |
|---|----------|
| 1. Folhas opostas; pétalas acuminadas | 2 |
| 1. Folhas alternas; pétalas arredondadas | 3 |
| 2. Caule glabro; lâminas foliares ovadas; pétalas livres | Planta E |
| 2. Caule pubescente; lâminas foliares obovadas; pétalas conatas | Planta D |
| 3. Plantas com raiz pivotante espessa; folhas com margem serreada, com nervuras secundárias que entram nos dentes | Planta B |
| 3. Plantas com raízes finas e fibrosas; folhas com margem inteira e nervuras secundárias formando uma série de curvas | 4 |
| 4. Base foliar cordada; ápice foliar acuminado; 5 pétalas | Planta C |
| 4. Base foliar aguda, ápice foliar agudo; 4 pétalas | Planta A |

(III)

III. Chave indentada

- | | |
|---|----------|
| 1. Folhas opostas; pétalas acuminadas. | |
| 2. Caule glabro; lâminas foliares ovadas; pétalas livres | Planta E |
| 2. Caule pubescente; lâminas foliares obovadas; pétalas conatas | Planta D |
| 1. Folhas alternas; pétalas arredondadas. | |
| 3. Plantas com raiz pivotante espessa; folhas com margem serreada, com nervuras secundárias que entram nos dentes | Planta B |
| 3. Plantas com raízes finas e fibrosas; folhas com margem inteira e nervuras secundárias formando uma série de curvas. | |
| 4. Base foliar cordada; ápice foliar acuminado; 5 pétalas | Planta C |
| 4. Base foliar aguda, ápice foliar agudo; 4 pétalas | Planta A |

Fonte: Judd et al. (2009, p. 559).



Refleta

Com o grande alcance proporcionado pela internet, será que os herbários físicos não tendem a ser substituídos pelos herbários digitais? Quais impactos isso poderia gerar?

Outra forma de chave de identificação é a chamada chave de acesso múltiplo. Ela é construída com cartões com furos na margem em que cada um identificará um aspecto da planta. Pode-se substituir os cartões por expressões escritas, e nesse tipo de configuração, ocorre a inserção de um número maior de informações quando comparada a uma chave dicotômica. No Quadro 4.3 você poderá observar um exemplo baseado nas informações da Figura 4.14 (I).

Quadro 4.3 | Chave de acesso múltiplo

- | | |
|----|-----------------------------|
| 1. | Folhas alternadas (ABC). |
| 1. | Folhas opostas (DE). |
| 2. | Lâmina foliar ovada (ABCE). |
| 2. | Lâmina foliar obovada (D). |

- 3. Folhas com margem serreada (B).
- 3. Folhas com margem inteira (ACDE).
- 4. Caule pubescente (AD).
- 4. Caule glabro (BCE).
- 5. Raiz pivotante presente e espessa (B).
- 5. Raiz pivotante ausente (ACDE).
- 6. Nervuras secundárias formadas curvas (ACDE).
- 6. Nervuras secundárias entrando nos dentes da margem foliar (B).
- 7. Base foliar cordada (C).
- 7. Base foliar aguda ou cuneada (ABDE).
- 8. Quatro pétalas (ABD).
- 8. Cinco pétalas (CE).
- 9. Pétalas livres (ABCE).
- 9. Pétalas conatas (D).
- 10. Pétalas acuminadas (DE).
- 10. Pétalas arredondadas no ápice (ABC).

Fonte: Judd et al. (2009 p.560).

Todas as chaves são acompanhadas da descrição do vegetal, das características da região, de imagens e de todas as informações relevantes àquele espécime. Ao buscar a caracterização de um material coletado, taxonomistas utilizam a **flora**, que consiste na descrição das plantas de ocorrência em uma determinada região (de dimensões regionais a continentais), composto de chaves, imagens e descrições. A nível continental, podemos mencionar **A Flora of North America Editorial Committee**, que apresenta uma base extensa de espécies descritas de acordo com a região estudada.

Existem softwares que podem ser utilizados para elaboração de chaves "online", como o LUDIC e o PHONEX. Um exemplo da utilização desse recurso para criação de chaves interativas é o Departamento de Biologia Vegetal da Universidade de Campinas (Unicamp).



Pesquise mais

O que acha de conhecer as chaves interativas para identificação de espécies vegetais?

Para isso, acesse o site das chaves "on-line" de identificação de plantas do Departamento de Biologia Vegetal do IB/Unicamp.

INSTITUTO de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. Departamento de Biologia Vegetal. [s.d.]. Disponível em: <<https://googl/uEoBme>>. Acesso em: 12 set. 2018.

Segundo Judd et al. (2009), existe ainda as **monografias taxonômicas**, caracterizadas por um trabalho mais amplo de um táxon (contendo imagens, chaves e descrições) e por uma **revisão taxonômica**, bem semelhante a uma monografia, porém, de menor amplitude.

Por fim, para que a coleta realizada venha compor o acervo de um herbário, deve-se registrar todas as informações primordiais já citadas anteriormente, o que facilitará as pesquisas futuras.

O responsável (curador) pela gestão do herbário realiza o cadastro das exsicatas em um banco de dados, contendo: número da espécie, nome e número do coletor, data e região da coleta, nome popular da espécie, nome científico da espécie e família.

Para facilitar o manuseio das exsicatas dentro da coleção, opta-se, ainda, por organizar as famílias em ordem alfabética, usando a mesma premissa para gêneros e espécies alocados dentro da pasta. Nesse processo de organização, o herbário poderá disponibilizar um índice para consulta, organizado sequencialmente pela família e indicando a sua localização no acervo.

Caro aluno, chegamos ao final desta empolgante disciplina em que você teve a oportunidade de aprender sobre a morfologia e a sistemática dos vegetais, e para finalizar, não deixe de responder as questões de pós-aula e acessar o pesquise mais desta seção.

Boa sorte em seus estudos!

Sem medo de errar

Caro aluno, nesta seção você pôde aprender os equipamentos e métodos utilizados para montagem de uma exsicata, bem como

as condições para armazenamento e chaves dicotômicas, acesso múltiplo e interativas. Agora vamos aplicar os conceitos aprendidos?

Sendo o agrônomo responsável pelo projeto da horta com PANCs proposto pela prefeitura da cidade, nesta última etapa você deverá realizar a montagem das exsicatas para alocação na coleção do herbário da região. Você recebeu uma amostra de *Dioscorea bulbifera* L. (Cará-Moela) coletada inadequadamente, e mediante a inviabilidade da montagem da exsicata com ela, teve que sanar algumas dúvidas do doador.

Em relação à forma de montagem e armazenamento da exsicata, você explica ao doador que, todo material coletado, após a sua herborização, tem sua montagem realizada em consonância com as características do espécime, optando-se pela forma mais viável de afixação do mesmo. Esse processo, em geral, é realizado em cartolina, porém, outros materiais são utilizados, como: **envelopes, etiquetas**, cola solúvel em **água, agulha de costura, linha de costura e fita adesiva**.

As estruturas da espécie em questão podem ser fixadas em cartolina, utilizando a linha de costura ou outro material já descrito anteriormente, porém, os frutos apresentam características que inviabilizam o armazenamento em envelopes ou na própria cartolina.

Dessa forma, o mesmo poderá ser colocado em um recipiente de vidro devidamente identificado por meio do número da exsicata correspondente, possibilitando a associação dos materiais.

Existem plantas que apresentam peculiaridades para montagem da exsicata, sendo que a *Dioscorea bulbifera* se enquadra nesse aspecto por conta da presença de tubérculos carnosos. Outras espécies, ainda, se adequadas, podem ter suas partes armazenadas em envelopes (como flores frágeis) e afixadas (se possível) juntamente à cartolina ou associadas a Vela por meio de identificação numérica.

Generalizando, a montagem se dá por meio dos seguintes passos:

- 1) Fixe amostra botânica na cartolina utilizando cola, fita adesiva ou costurando-a – sendo este método considerado o mais apropriado.
- 2) Partes soltas, como flores, frutos, sementes, dentre outras, devem ser inseridas nos envelopes e colocadas na cartolina (se o tamanho for adequado para o mesmo). Se as dimensões da estrutura vegetal anexada no envelope não permitirem

fixar o mesmo na cartolina, faz-se o link pelo número da exsicata mãe, como já mencionado.

- 3) O número da coleta e as informações da espécie serão inseridos na etiqueta, que será colocada na cartolina, em geral, canto inferior do lado direito.
- 4) Juntamente a isso, ao fim, serão inseridas as informações pertinentes à instituição em que a exsicata será depositada (herbário). Esse processo pode ser realizado utilizando um carimbo ou etiqueta, que ainda deverá constar a numeração para organização do herbário.

Nesta última etapa, deve-se incluir informações da descrição do vegetal, das características da região, de imagens e de todas as informações relevantes àquele espécime.

Além dessas informações primordiais já citadas anteriormente, o responsável (curador) pela gestão do herbário ainda realiza o cadastro das exsicatas em um banco de dados, contendo: número da espécie, nome e número do coletor, data e região da coleta, nome popular da espécie, nome científico da espécie e família.

Uma nova coleta se fez necessária uma vez que, como observado, o espécime apresentava folhas danificadas, aspecto murcho e frutos acondicionados em vidro com água, bem como a ausência do levantamento das informações referentes ao local da coleta.

Posteriormente, você realizou a montagem da exsicata e fez a doação do material para o herbário localizado na região, finalizando o projeto da horta utilizando PANCs, que já poderá, a partir dos conhecimentos obtidos, ser colocado em prática.

Avançando na prática

Utilizando uma chave dicotômica

Descrição da situação-problema

Você está trabalhando em um Instituto Botânico que possui parcerias com algumas Universidade Federais para pesquisa, identificação e coleta de espécies vegetais. Em seu primeiro trabalho de campo, juntamente a uma equipe, você foi designado para realizar um levantamento das espécies vegetais presentes

no Campus da Universidade Federal de Goiás para a renovação da coleção do herbário dela, bem como identificação de novos indivíduos no local.

A coleta foi um sucesso e a herborização também, mas agora chegou o momento de montar a exsicata e você foi o escolhido para tal tarefa, porém, notou que uma das espécies ainda não foi identificada. Você observou que o espécime apresenta folha simples, não verticiladas, opostas cruzadas e nervuras secundárias paralelas entre si e perpendiculares com a nervura principal.

Para auxiliar no processo de identificação, você utiliza uma chave dicotômica. Um dos membros da equipe lhe questiona: o que é uma chave dicotômica? Como ela poderá auxiliar na identificação de um material botânico? Existem outras “ferramentas” que podem ser utilizadas?

Resolução da situação-problema

Você explica que as chaves dicotômicas são ferramentas importantes; que por meio de duas afirmações paralelas e mutuamente excludentes, as possíveis categorias da planta que se objetiva classificar diminuem, possibilitando sua identificação até o nível máximo da chave. Elas se apresentam na forma de **diagramas de fluxo, indentadas** ou **pareadas**.

A observação dos caracteres da amostra é fundamental na utilização da chave de identificação dicotômica. Para exemplificar para eles, você apresenta uma chave de identificação a nível de espécie e elaborada para identificação de espécies florestais na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás.

Você salienta que, em toda identificação utilizando uma chave, as indagações iniciam por uma característica geral presente no gênero e/ou espécie seguida da variabilidade da mesma, permitindo a diferenciação. Observe, a seguir, que, inicialmente, temos 1a **Folhas** Simples e 1b **Folhas** compostas. Se a amostra possuir folhas simples, a análise prossegue para o nível 2 da chave, e se apresentar folhas compostas, avança-se para o nível 7. Dessa forma, podemos exemplificar a identificação da seguinte forma (Figura 4.13 – já apresentada).

Figura 4.13 | Exemplo de Chave Dicotômica para identificação de espécies em área da Universidade de Goiás

1.		
1a.	Folhas simples.....	2
1b.	Folhas compostas.....	7
2.		
2a.	Folhas verticiladas.....	<i>Buchenavia tetraphylla</i>
2b.	Folhas não-verticiladas.....	3
3.		
3a.	Folhas opostas cruzadas.....	4
3b.	Folhas alternas dísticas.....	5
4.		
4a.	Folhas pecioladas.....	6
4b.	Folhas com pulvino, exsudação leitosa ao se destacar a folha; camptódroma broquidódroma; nervuras secundárias paralelas entre si e perpendiculares com a nervura principal.....	<i>Hancornia speciosa</i>

Fonte: Fonseca, Queiroz e Venturoli (2017).

Após utilizar a chave, “correndo” as características observadas, foi possível identificar a espécie como *Hancornia speciosa* Gomes.

Sobre outras ferramentas de identificação, pode-se utilizar as denominadas chaves de acesso múltiplo. Ela é construída com cartões com furos na margem, em que cada um identificará um aspecto da planta. Pode-se substituir os cartões por expressões escritas, e nesse tipo de configuração, ocorre a inserção de um número maior de informações quando comparada a uma chave dicotômica.

Faça valer a pena

1. As exsicatas são as unidades básicas de um herbário, são provenientes de um processo que se inicia com o planejamento da coleta de amostras botânicas seguida do processo de herborização, em que serão desidratadas e secas, e só depois estarão prontas para compor uma exsicata.

Assinale a alternativa que relate o primeiro passo para montar uma exsicata depois do material já herborizado.

- a) Insira o nome da espécie.
- b) Insira o nome do herbário.
- c) Fixe a amostra botânica em cartolina.
- d) Monte a capa antes de fixar a amostra.
- e) Insira o envelope com as sementes e os frutos antes de fixar a amostra.

2. A qualidade de uma exsicata dependerá da forma que essa amostra foi manipulada; se o processo de herborização (desidratação e secagem) foi efetuado da forma correta e se as características da planta foram preservadas. Para a deposição do material, depois de fixá-lo na _____, ela deverá ser envolvida por uma estrutura protetora, que pode ser de papel branco, em que será inserido o nome da _____.

Para uma melhor proteção, opta-se por usar outra capa sobreposta à anterior, porém, de papel madeira e com o nome do _____ espécime.

Assinale a alternativa que preencha as lacunas corretamente.

- a) cartolina; espécie; gênero.
- b) capa; família; espécime.
- c) cartolina; gênero; espécie.
- d) estufa; espécie; filo.
- e) cartolina; família; filo.

3. Analise as seguintes afirmações:

São ferramentas importantes que por meio de duas afirmações paralelas e mutuamente excludentes, diminuem as possíveis categorias da planta que se objetiva classificar, possibilitando sua identificação até o nível máximo da chave. Elas se apresentam na forma de **diagramas de fluxo**, **indentadas** ou **pareadas**.

e

Ela é construída com cartões com furos na margem, em que cada um identificará um aspecto da planta.

Assinale a alternativa que corresponde as ferramentas descritas no texto base.

- a) Chaves diagramadas e Chaves de acesso único.
- b) Chaves filogenéticas e Chaves de acesso múltiplo.
- c) Chaves de acesso único e Chaves de acesso múltiplo.
- d) Chaves dicotômicas e Chave de acesso múltiplo.
- e) Chaves dicotômicas e Chaves de acesso único.

Referências

- BARBOSA, W. R. L. Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais, **Revista Científica da UFPA**, Belém, v. 4, 2001.
- EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Raven - Biologia Vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- FONSECA, C. S.; QUEIROZ, E. D.; VENTUROLI, F. **Identificação de espécies florestais na Escola de Agronomia da UFG**. 1. ed. Goiânia, 2017. 70 p. Disponível em: <<https://goo.gl/Wx6CbP>>. Acesso em: 8 ago. 2018.
- INCT. **Herbário Virtual da Flora dos Fungos-Reflora e o Serviço Exsiccatae**: Imagens de espécimes on line. Disponível em: <<http://inct.florabrasil.net/in/>>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOG, E.A.; STEVENS, P.F. **Sistemática vegetal um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- LIN, T. J. et al. Common toxidromes of plant poisonings in Taiwan. **Clinical Toxicology**, [s.l.], v. 47, n. 2, p.161-168, fev. 2009
- MAIA, L. C. INCT - **Herbário Virtual da Flora dos Fungos - Reflora e o Serviço Exsiccatae**: Imagens de espécimes online. Disponível em: <<http://inct.florabrasil.net/in/>> Acesso em: 22 jun. 2018.
- NABORS, M. W. **Introdução a Botânica**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2012.
- NYBG steere herbarium. **Index herbariorum**. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- PEIXOTO, A. L. et al. **Manual de procedimentos em herbários**. Recife: Editora Universidade UFPE, 2013. Disponível em: <http://inct.florabrasil.net/wp-content/uploads/2013/11/Manual_Herbario.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- RANIERI, G. R. (Org). **Guia prático sobre PANCs**: plantas alimentícias não convencionais. 1 ed. São Paulo: Instituto Kairós, 2017. Disponível em: <<https://institutokairos.net/wp-content/uploads/2017/08/Cartilha-Guia-Prático-de-PANC-Plantas-Alimenticias-Nao-Convencionais.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2018.
- SBB – Sociedade Botânica do Brasil. **Rede Brasileira de Herbários**. Disponível em: <www.botanica.org.br/conteudo.php?id=40>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- WIGGERS, I.; STANG, C. E. B. **Manual de Instruções para coleta, identificação e Herborização de Material Botânico**. Laranjeiras do Sul: Programa de Desenvolvimento Educacional – SEED – PR, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-2.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

ISBN 978-85-522-1155-6



9 788552 211556 >