

ANA HELENA CARLOS BRITTES



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**PRODUÇÃO EDUCACIONAL
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FISIOLOGIA VEGETAL SOB UMA
PERSPECTIVA FÍSICO-QUÍMICA**

**Bagé,
Novembro, 2017**

ANA HELENA CARLOS BRITTES

**PRODUÇÃO EDUCACIONAL
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FISIOLOGIA VEGETAL SOB UMA
PERSPECTIVA FÍSICO-QUÍMICA**

Produção Educacional apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Márcio Marques Martins

**Bagé,
Novembro, 2017**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
1 PRIMEIRO CASO: NUTRIÇÃO ORGÂNICA DAS PLANTAS	5
2 SEGUNDO CASO: RESPIRAÇÃO VEGETAL	8
3 TERCEIRO CASO : NUTRIÇÃO INORGÂNICA DAS PLANTAS	13
4 QUARTO CASO : CONDUÇÃO DA SEIVA ORGÂNICA	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICES	23

INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma produção educacional que está relacionada a uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Unipampa, Campus Bagé, intitulada “O Ensino Interdisciplinar de Ciências sob uma perspectiva físico-química: Sequência Didática sobre Fisiologia Vegetal. E é composta por: uma sequência didática dividida em casos (ou unidades didáticas); um site (<http://fisiovegetal2016.weebly.com>); planos de aula e materiais didáticos digitais variados. Nesses materiais, o assunto fisiologia das plantas (nutrição orgânica das plantas, respiração vegetal, nutrição inorgânica das plantas e condução da seiva orgânica) e seus principais conceitos são abordados de forma flexível. O site possui hipertextos e várias hiperlinks que servem a sequência didática e pode ser usados por professores de Biologia no ensino médio.

O primeiro caso tem como objetivo auxiliar a compreensão de como ocorre a nutrição orgânica das plantas, que envolve o fenômeno biológico da fotossíntese, os fatores que afetam a fotossíntese, seus produtos e aspectos químicos. O segundo caso introduz aos alunos o conceito de respiração vegetal, a influência da luz nesse processo, e como ocorre a produção de O_2 na fotossíntese. O terceiro caso aborda com experimento e vídeo o fenômeno da capilaridade para explicar a hipótese da coesão-tensão e aspectos da nutrição mineral. No quarto caso o foco da aprendizagem é o deslocamento da seiva orgânica pelo floema. Todos os casos são compostos por diferentes tipos de mídias que possuem o objetivo de facilitar a aprendizagem da fisiologia das plantas numa abordagem físico-química, tendo como premissas o desenvolvimento do pensamento crítico, do trabalho colaborativo, da curiosidade, da flexibilidade e responsabilidade dos alunos.

A seguir é descrita a sequência didática, a estrutura do site e os planos de aula, bem como sugestões de desenvolvimento de cada caso. As sugestões de desenvolvimento contêm orientações para os professores sobre como conduzir as aulas, utilizando os planos de aula apresentados, roteiros para realização dos experimentos, bem como um guia de utilização do material. É importante salientar que o sucesso das aulas está associado ao uso do site e aplicação das aulas práticas nos laboratórios de ciências e de informática.

1 PRIMEIRO CASO: NUTRIÇÃO ORGÂNICA DAS PLANTAS

1.1 ORIENTAÇÕES PARA OS PROFESSORES

Essa parte do conteúdo pode ser complementada através do site (APÊNDICE A) na seção “Nutrição Orgânica das Plantas”.

1.1.1 INTRODUÇÃO

Perceber que os conhecimentos sobre fisiologia vegetal e nutrição vegetal são utilizados na agricultura e permitem empregar diferentes técnicas para que agrônomos e agricultores possam “corrigir” áreas improdutivas e aumentar a produção de alimentos é um desafio em sala de aula. Além disso, a fisiologia vegetal nos permite perceber os padrões de semelhança e diferença entre os seres vivos, levando-nos a uma compreensão mais ampla do mundo natural.

Neste caso o objetivo principal é reconhecer a fotossíntese como fonte primária de alimentos orgânicos para as plantas. Também é objetivo identificar e explicar os fatores que afetam a fotossíntese.

1.1.2. PLANO DE AULA 1:

- **Componente curricular: Biologia**
- **Série: 3ª série – Ensino Médio**
- **Tempo Previsto: 3 períodos – 50 minutos**
- **TEMA DA AULA: Fisiologia das Plantas**

- **CONTÉUDOS DE ENSINO DA AULA:**
 - ✓ Nutrição orgânica
 - ✓ Fotossíntese
 - ✓ Fatores que afetam a fotossíntese
 - ✓ Relação entre fotossíntese e respiração

- **OBJETIVOS DE ENSINO:**

Espera-se que nesta aula os professores sejam capazes de:

- ✓ Debater sobre o papel da fotossíntese como fonte primária de alimentos orgânicos para as plantas.
- ✓ Discutir os mecanismos físicos e químicos envolvidos na transformação de nutrientes e de gás carbônico em açúcares.

- **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:**

Espera-se que nesta aula os alunos sejam capazes de:

- ✓ Entender que os principais produtos da fotossíntese são os açúcares e que esses servirão de alimento à planta.
- ✓ Reconhecer o papel da clorofila como principal elemento mediador do processo de transformação dos nutrientes em açúcares.

- **METODOLOGIA DE ENSINO:**

- **PROCEDIMENTOS:**

- ✓ Aula expositivo – dialogada
- ✓ Slides sobre fisiologia vegetal
- ✓ Vídeo
- ✓ Experimento: Fotossíntese e liberação de oxigênio

- **RECURSOS DE INSTRUÇÃO:**

- ✓ Data-show
- ✓ Aquário pequeno
- ✓ 1 vela
- ✓ Fósforo
- ✓ Um vaso com uma muda de feijoeiro (com aproximadamente uma semana), com solo bem úmido.
- ✓ Um cronômetro

- **DESENVOLVIMENTO DA AULA:**

Professor, neste primeiro momento fazer uma introdução sobre os aspectos fundamentais da fisiologia vegetal, começando pela nutrição orgânica que envolve a

produção de substâncias pela fotossíntese. A utilização de *slides* com tópicos e figuras é um bom recurso para essa parte da aula que é inicialmente expositiva e dialogada. (APÊNDICE B)

Após a explicação um vídeo pode ser explorado para sintetizar o conceito da fotossíntese (<http://youtu.be/-a3IjRaFbdo>). Se a internet estiver disponível em sala de aula ou no laboratório de informática é possível também complementar o conteúdo com o site: www.fisiovegetal2016.weebly.com que foi criado para este fim.

A parte experimental desta aula pode ser realizada em um período de 50 minutos e tem o objetivo de verificar se há ocorrência de produção de oxigênio pelas plantas. Segue o roteiro da aula prática abaixo:

ROTEIRO DO EXPERIMENTO:

AULA PRÁTICA 1: FOTOSSÍNTESE E LIBERAÇÃO DE OXIGÊNIO

Material necessário:

1 aquário pequeno

1 vela

Fósforo

Um vaso com feijoeiro (com cerca de uma semana), com o solo bem úmido (não pode ser encharcado).

Um cronômetro

Montagem do experimento:

O experimento deverá ser feito em ambiente bem iluminado, com uma planta bem irrigada. Acenda a vela e fixe-a em uma bancada (ou em 1 pires). Coloque o aquário invertido sobre a vela apagada, a fim de verificar se ela se ajusta bem a base, de forma a não haver entrada de ar. Retire o aquário, acenda a vela, coloque o aquário sobre a vela acesa e anote o tempo que leva para ela apagar. Retire o aquário e deixe-o arejar de cabeça para cima para renovar o ar em seu interior. Coloque a planta próxima da vela, tomando cuidado para que não fique próxima demais do calor da vela. Acenda a vela e coloque o aquário sobre ela e a planta. Verifique o tempo que leva para a vela apagar e compare o tempo anterior.

Resultado esperado:

A vela deverá demorar mais para apagar quando a planta estiver dentro do aquário. Isso ocorre porque durante a fotossíntese há produção de oxigênio, que mantém a chama da vela acesa por mais tempo. Como este experimento deverá ser feito em um ambiente bem iluminado e a planta está bem hidratada, os estômatos devem estar abertos e esses dados deverão estar registrados no relatório que se encontra em anexo deste trabalho que poderá ser entregue para os alunos registrarem a atividade. (APÊNDICE C)

2 SEGUNDO CASO: RESPIRAÇÃO VEGETAL

2.2 ORIENTAÇÕES PARA OS PROFESSORES

Essa parte do conteúdo pode ser complementada através do site (APÊNDICE D) na seção “Respiração Vegetal”.

2.2.1 INTRODUÇÃO

Neste caso ter noções de fotossíntese e respiração vegetal são pré-requisitos para esta aula. O objetivo principal é conhecer as estruturas responsáveis pelas trocas gasosas e transpiração nos vegetais superiores.

Para a realização desta aula prática é necessário que a escola disponha de um microscópio óptico, entretanto, esta prática experimental é extremamente simples e pode ser realizada no laboratório de ciências preferencialmente, mas também pode ser realizada em sala de aula ou até mesmo no pátio da escola. O uso de corantes específicos e preparação de lâminas especiais são dispensados.

2.2.2 PLANO DE AULA 2:

- **Componente curricular: Biologia**
- **Série: 3ª série – Ensino Médio**
- **Tempo Previsto: 4 períodos – 50 minutos**

- **TEMA DA AULA: Respiração e transpiração das plantas**

- **CONTÉUDOS DE ENSINO DA AULA:**

- ✓ Morfologia vegetal
- ✓ Transpiração
- ✓ Respiração vegetal
- ✓ Estômatos
- ✓ Microscopia óptica

- **OBJETIVOS DE ENSINO:**

Espera-se que nesta aula os professores sejam capazes de:

- ✓ Explicar a diferença entre os processos de fotossíntese e respiração das plantas.
- ✓ Definir as estruturas envolvidas na fotossíntese e respiração das plantas.
- ✓ Explicar como ocorrem a transpiração e a respiração nos vegetais.

- **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:**

Espera-se que nesta aula os alunos sejam capazes de:

- ✓ Reconhecer a importância da fotossíntese e da respiração vegetal.
- ✓ Observar e identificar estômatos.
- ✓ Identificar os fatores limitantes da fotossíntese.

- **METODOLOGIA DE ENSINO:**

- **PROCEDIMENTOS:**

Aulas práticas no Laboratório de Ciências da escola na qual a estratégia de ensino-aprendizagem será representada pela identificação de estômatos em lâminas histológicas produzidas pelos próprios alunos e a observação do material confeccionado no microscópio óptico e a produção de oxigênio na fotossíntese.

- **RECURSOS DE INSTRUÇÃO:**

Quadro Branco

Canetas e apagador

Internet

Site

Experimentos no laboratório de Ciências

Atividade no Laboratório de Informática

- **DESENVOLVIMENTO DA AULA:**

Professor, no primeiro momento da aula explicar para os alunos que as plantas vasculares apresentam um sistema respiratório. Esse sistema respiratório é formado por estômatos, que são estruturas encontradas na epiderme inferior das folhas que se abrem e fecham através de um orifício e por onde o ar entra para os tecidos e realiza-se a respiração e fotossíntese.

Após a breve explicação, a parte experimental desta aula pode ser realizada em dois períodos de 50 minutos e tem o objetivo de identificar e observar a morfologia dos estômatos.

Para este mesmo conteúdo, outras práticas podem ser realizadas a fim de explorar ainda mais o sistema respiratório das plantas. Neste plano de aula sugerem-se três roteiros de experimentos para o conteúdo de respiração vegetal e de forma a complementar o conceito de fotossíntese.

Se a Internet estiver disponível em sala de aula ou no Laboratório de Informática é possível complementar o conteúdo com o site : www.fisiovegetal2016.weebly.com. Este site foi criado com este objetivo e a navegação no Caso 2 do site, referente ao assunto Respiração Vegetal também poderá ocupar 1h/aula.

Abaixo, seguem os roteiros de aulas práticas que poderão ser realizadas em um Laboratório de Ciências ou em sala de aula.

ROTEIROS DOS EXPERIMENTOS:

AULA PRÁTICA 2: OBSERVAÇÃO DE ESTÔMATOS

Material necessário:

Microscópio

Lâmina

Lamínula

Folhas de plantas
Pinça
Lâminas de barbear
Conta-gotas com água

Montagem do experimento:

Retirar da folha coletada uma fina película da folha com o auxílio de uma lâmina de barbear e colocar sobre a lâmina. Deve-se utilizar a pinça para o referido procedimento. Pingar 1 ou 2 gotas de água de água para conservar o material a ser estudado. Com cuidado colocar a lamínula sobre o material de modo que não haja formação de bolhas de ar para não atrapalhar a visualização. Levar a lâmina ao microscópio e identificar os estômatos.

Resultados Esperados:

Nesta aula prática espera-se que os alunos identifiquem estruturas celulares em nível microscópico, o contorno celular e organelas celulares como os estômatos. Após a identificação os alunos poderão fazer os registros desenhando os estômatos (APÊNDICE E). Os estômatos costumam ser vistos apenas na forma plana nos livros e nesta aula prática os alunos visualizam a forma real, de maneira simples e interessante. Este experimento reúne competências curriculares ao bom desenvolvimento da aprendizagem e também valoriza o trabalho em grupo, desenvolvendo a comunicação e a articulação do conhecimento de forma coletiva.

AULA PRÁTICA 3: TIRANDO O AR DA FOLHA

Material necessário:

Folhas de uma mesma planta
Água quente e água fria
2 pratos fundos

Montagem do experimento:

A turma poderá ser dividida em grupos para preparar o material e cada grupo deverá realizar o seguinte procedimento:

Colocar água fria em um prato fundo e água quente em outro prato. Colocar as folhas submersas em cada um dos pratos. Fazer esse procedimento uma vez com a superfície inferior das folhas voltadas para cima e uma segunda vez (com outras folhas) com a superfície voltada para baixo. Anotar o que foi observado e responder as seguintes atividades:

- 1) Em qual dos pratos (água quente ou fria) formaram-se bolhas?
- 2) Em qual das superfícies das folhas formaram-se bolhas?
- 3) Onde estava esse ar?
- 4) O que fez com que esse ar saísse da folha?

Resultados Esperados:

A turma deverá verificar que se formam bolhas no prato com água quente. Deverá ser então discutido que com água quente, o oxigênio armazenado no mesófilo das folhas (parênquima), sofre uma dilatação no seu volume causado pelo seu calor. O oxigênio sofre uma expansão volumétrica, que é explicada pela Lei de Charles ($V=k*T$). Com isso, quanto maior a temperatura, maior o volume. E desta forma, o oxigênio escapa. (APÊNDICE F)

AULA PRÁTICA 4: PRODUÇÃO DE OXIGÊNIO NA FOTOSSÍNTESE

Material necessário:

Um copo de Becker de 1000 mL

Um funil de vidro

Um tubo de ensaio

Uma colher de sopa

Um litro de água

Bicarbonato de sódio

Uma luminária

Um maço de planta aquática (*Elodea sp*)

Montagem do experimento:

Colocar uma colher de sopa de bicarbonato de sódio no copo de Becker com o cuidado para não desperdiçar, e no meio do recipiente. Após, colocar um ramo da planta aquática dentro do funil. Introduzir o funil, colocando sua abertura superior, em posição invertida, ou seja, de cabeça para baixo, de forma a envolver a planta. Encher o Becker com água até um dedo acima de onde acaba o funil. Colocar o tubo de ensaio cheio de água sobre a boca do funil com cuidado para que não forme bolhas dentro da água. Com o experimento montado, ligue uma luminária próxima ao copo de Becker e aguarde por alguns minutos.

Resultados Esperados:

Transcorrido aproximadamente uns 15 minutos, espera-se que os alunos observem pequenas bolhas de ar, que serão resultantes do processo fotossintético, aderidas na superfície interna do funil e do tubo de ensaio.

Perguntar aos alunos: Essas bolhas são o quê? O oxigênio? Liberam pelos estômatos que vimos na aula prática? (APÊNDICE G)

3 TERCEIRO CASO: NUTRIÇÃO INORGÂNICA DAS PLANTAS

3.3 ORIENTAÇÕES PARA OS PROFESSORES

Essa parte do conteúdo pode ser complementada através do site (APÊNDICE H) na seção “Nutrição Inorgânica das Plantas”.

3.3.1 INTRODUÇÃO

As células do xilema que conduzem a seiva bruta são mortas e apresentam reforços de lignina em suas paredes. Essas células dispõem-se formando longos tubos

cilíndricos, desde a raiz até as folhas. Há duas hipóteses para explicar como a seiva bruta é transportada da raiz até as folhas.

- A água é empurrada da raiz para as folhas: pressão positiva ou impulso da raiz;
- A água é puxada por meio das folhas: teoria da coesão-tensão.

A teoria da Coesão-Tensão é a que melhor explica a condução da seiva bruta. Segundo essa teoria, que depende de uma propriedade chamada capilaridade, a perda de água por transpiração atuaria como uma forma de sucção de água.

Os vegetais necessitam de diversos elementos químicos que são essenciais ao funcionamento das suas células e que são absorvidos do solo, onde se encontram na forma de sais minerais. Em função da quantidade em que são utilizados pelas plantas, são classificados em: macronutrientes ou micronutrientes.

Neste caso ter noções de fotossíntese e respiração vegetal são pré-requisitos para esta aula. O professor pode sugerir aos alunos que consultem o caso 1 do site (Nutrição Orgânica das Plantas), para estudar esses assuntos complementares. Os objetivos principais são de promover o conhecimento sobre as necessidades básicas das plantas quanto à nutrição mineral e proporcionar uma visão macroscópica do fenômeno físico-químico da capilaridade.

3.3.2 PLANO DE AULA 3:

- **Componente curricular: Biologia**
- **Série: 3ª série – Ensino Médio**
- **Tempo Previsto: 3 períodos – 50 minutos**
- **TEMA DA AULA: Nutrição inorgânica das plantas, macronutrientes e micronutrientes**

- **CONTÉUDOS DE ENSINO DA AULA:**
 - ✓ Nutrição inorgânica das plantas
 - ✓ Macronutrientes
 - ✓ Micronutrientes

- **OBJETIVOS DE ENSINO:**

Espera-se que nesta aula os professores sejam capazes de:

- ✓ Conhecer aspectos básicos da nutrição e da fisiologia das plantas.
- ✓ Discutir com os alunos as substâncias minerais de que as plantas necessitam.
- ✓ Explicar como a água e os sais minerais absorvidos pelas raízes chegam até as folhas transportadas pelo xilema.

- **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:**

Espera-se que nesta aula os alunos sejam capazes de:

- ✓ Reconhecer que as plantas necessitam de macronutrientes e micronutrientes.
- ✓ Entender que a água e os sais minerais são absorvidos pelas raízes e que são transportados até as folhas pelo xilema.

- **METODOLOGIA DE ENSINO:**

- **PROCEDIMENTOS:**

Aula expositiva e dialogada sobre a nutrição inorgânica das plantas na qual a estratégia de ensino- aprendizagem será representada através de texto didático com o livro didático digital, vídeos e atividade prática da condução da seiva bruta pelo xilema.

- **RECURSOS DE INSTRUÇÃO:**

Quadro Branco

Canetas e apagador

Estudo dirigido sobre macronutrientes e micronutrientes

Internet

Site

Vídeo

Experimentos no laboratório de Ciências

- **DESENVOLVIMENTO DA AULA:**

Professor, para essa aula, seria interessante fazer a retomada das necessidades básicas que todos os seres vivos apresentam em relação a alimentação e respiração. Posteriormente a retomada, introduzir o assunto da nutrição inorgânica das plantas. Num primeiro momento, pode-se utilizar o livro didático, ou sua versão digital. A leitura e explicação sobre este conteúdo deverá ser discutido com os alunos. Se o livro didático não estiver disponível, pode-se confeccionar slides sobre o assunto.

Após a explicação do conteúdo, os alunos farão a leitura complementar do texto: “A importância da adubação para a agricultura”, disponível no APÊNDICE I deste trabalho.

A parte experimental deste plano de aula poderá ser realizada em um período mínimo de 50 minutos.

Se a Internet estiver disponível em sala de aula ou no Laboratório de Informática é possível complementar o conteúdo com o site: www.fisiovegetal2016.weebly.com. Este site foi criado com este objetivo e a navegação no Caso 3 do site, referente ao assunto Nutrição Inorgânica das Plantas também poderá ocupar 1h/aula.

Abaixo, segue o roteiro da aula prática sobre a condução de água pelo xilema (APÊNDICE J) que poderá ser realizada em um Laboratório de Ciências ou em sala de aula.

ROTEIRO DO EXPERIMENTO:

AULA PRÁTICA 5: CONDUÇÃO DE ÁGUA PELO XILEMA

Material necessário:

Flores frescas com pétalas brancas

Becker, tubo de ensaio, proveta ou copo de vidro

Água

Tesoura

Estilete

Corante alimentício com coloração forte (exceto verde)

Montagem do experimento:

Aplique o corante na água até que fique na cor desejada. Pegue uma flor, retire todas as folhas de seus ramos e faça um corte transversal no caule da flor no tamanho máximo de 15 cm. Após o corte, mais 2 cm com o caule imerso dentro da solução com corante. Observe os resultados e responda aos exercícios. Esta é apenas uma das áreas da Biologia conhecida como Fisiologia Vegetal!

- 1) Descrever o que aconteceu com a flor após 30 minutos:
- 2) O que ocorre com o transporte da seiva mineral nos vegetais, segundo a Teoria de Dixon, quando as folhas caem no inverno?
- 3) Quais são os tipos celulares que constituem o xilema?
- 4) Qual a função dos reforços de lignina, observados ao longo dos elementos dos vasos e das traqueídes?
- 5) Em um ramo vegetal seccionado foi mergulhado em uma solução de corante. Após algum tempo as nervuras foliares ficaram coloridas. Qual o nome do tecido que transportou o corante até as folhas?
- 6) Quando uma planta transpira intensamente, a seiva bruta circula _____ e o colapso dos vasos é evitado devido à presença de _____.
 - (a) Em estado de tensão – válvulas dispostas ao longo dos vasos
 - (b) Com pressão positiva – depósitos de calose nos vasos lenhosos
 - (c) Com pressão negativa – depósitos de suberina nas placas crivadas
 - (d) Em estado de tensão – reforços de lignina
 - (e) Com pressão positiva – absorção de íons minerais

Resultados Esperados:

Após os 30 minutos espera-se que as pétalas brancas das flores estejam coradas com o corante alimentício. Os alunos durante a espera discutiram sobre o fenômeno da capilaridade e também sobre a teoria da coesão-tensão, que é a hipótese mais aceita para que ocorra a ascensão da seiva bruta pelo xilema. Por fim, para encerramento, um vídeo de autoria própria poderá ser assistido, sobre a condução da água e dos sais minerais, das raízes até as folhas.

4 QUARTO CASO: CONDUÇÃO DA SEIVA ORGÂNICA

4.4 ORIENTAÇÕES PARA OS PROFESSORES

Essa parte do conteúdo pode ser complementada através do site (APÊNDICE K) na seção “Condução da Seiva Orgânica”.

4.4.1 INTRODUÇÃO

Perceber que o floema é um tecido especializado, na condução da seiva elaborada pelas plantas, e que nele circulam água, carboidratos, aminoácidos, lipídios, hormônios vegetais, vitaminas e outras substâncias é de suma importância para o entendimento deste conteúdo.

O deslocamento da seiva elaborada pelo floema se dá por um desequilíbrio osmótico entre uma região exportadora de substâncias orgânicas e outra consumidora de substâncias orgânicas.

Neste caso o objetivo principal é reconhecer o papel da fotossíntese como fonte primária de alimentos orgânicos para as plantas, bem como compreender os mecanismos físicos e químicos envolvidos na transformação de nutrientes e gás carbônico em açúcares.

4.4.2 PLANO DE AULA 4:

- **Componente curricular: Biologia**
- **Série: 3ª série – Ensino Médio**
- **Tempo Previsto: 1 a 2 períodos – 50 minutos**
- **TEMA DA AULA: Nutrição orgânica das plantas**

- **CONTÉUDOS DE ENSINO DA AULA:**
 - ✓ O papel do floema
 - ✓ A estrutura do floema
 - ✓ Hipótese do desequilíbrio osmótico

- **OBJETIVOS DE ENSINO:**

Espera-se que nesta aula os professores sejam capazes de:

- ✓ Discutir sobre a nutrição orgânica das plantas.
- ✓ Explicar o deslocamento da seiva orgânica no floema.

- **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM:**

Espera-se que nesta aula os alunos sejam capazes de:

- ✓ Entender o papel do floema nas plantas.
- ✓ Aprender como ocorre o deslocamento da seiva orgânica das folhas até as raízes das plantas.

- **METODOLOGIA DE ENSINO:**

- **PROCEDIMENTOS:**

Aula expositiva e dialogada na qual a estratégia de ensino-aprendizagem será representada pela identificação, através de imagens do floema e vídeos sobre os diferentes tipos de transporte que ocorrem nas células.

- **RECURSOS DE INSTRUÇÃO:**

- ✓ Quadro branco
- ✓ Canetas e apagador
- ✓ Data-show
- ✓ Internet
- ✓ Site
- ✓ Atividade no laboratório de Informática

- **DESENVOLVIMENTO DA AULA:**

Professor, esta aula poderá ser realizada no laboratório de informática ou ainda na sala de aula, se a internet estiver disponível.

No primeiro momento fazer uma retomada sobre todos os assuntos abordados em Fisiologia Vegetal e relembrar todos os Casos 1, 2, 3 do site (APÊNDICE L) criado para esta Sequência Didática.

No segundo momento, explicar aos alunos o papel do floema e após pedir aos mesmos, no laboratório de Informática, que explorem a figura do floema.

No terceiro momento da aula é importante que todos visualizem os vídeos sobre os tipos de transporte nas células. O professor deve explicar que o floema transporta a seiva elaborada que é uma substância rica em açúcares produzidos por fotossíntese. A seiva elaborada é conduzida das folhas para as diversas partes das plantas e a explicação mais aceita para que ocorra essa translocação é a teoria do desequilíbrio osmótico. Segundo essa teoria, a seiva elaborada move-se pelo floema, ao longo de um gradiente decrescente de concentração, desde o local em que é produzida (concentração alta) até o local em que é consumida (concentração baixa). Logo, o vídeo que mais se encaixa nesta teoria é o vídeo sobre osmose, que os alunos poderão explorar sempre que tiverem dúvidas em relação aos assuntos abordados no site Fisiologia + Química. O vídeo pode ser acessado através do link <http://goo.gl/po4Km2>.

A navegação no Caso 4 do site, referente ao assunto Nutrição Orgânica das Plantas também poderá ocupar 1h/aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas instruções e recomendações apresentadas nesta produção educacional, o professor poderá adotar esta Sequência Didática (SD) em suas práticas didáticas, considerando a interdisciplinaridade do conteúdo e do conhecimento. É possível proporcionar com estas sugestões uma metodologia diferenciada e eficaz para a aprendizagem dos alunos.

Araújo (2013) conceitua em seu trabalho que a SD é um modo em que o professor organiza as atividades das suas aulas em função do assunto a ser trabalhado, favorecendo a mudança e a promoção dos alunos ao domínio do conteúdo.

Acredita-se que o trabalho pedagógico a partir de uma SD pode ser eficiente para a aprendizagem da fisiologia das plantas.

Contudo, apropriando-se desta metodologia é possível superar as práticas educacionais fundamentadas e repetidas nas salas de aula e destaca-se que o desenvolvimento desta SD teve significância na aprendizagem dos alunos envolvidos.

REFERÊNCIAS

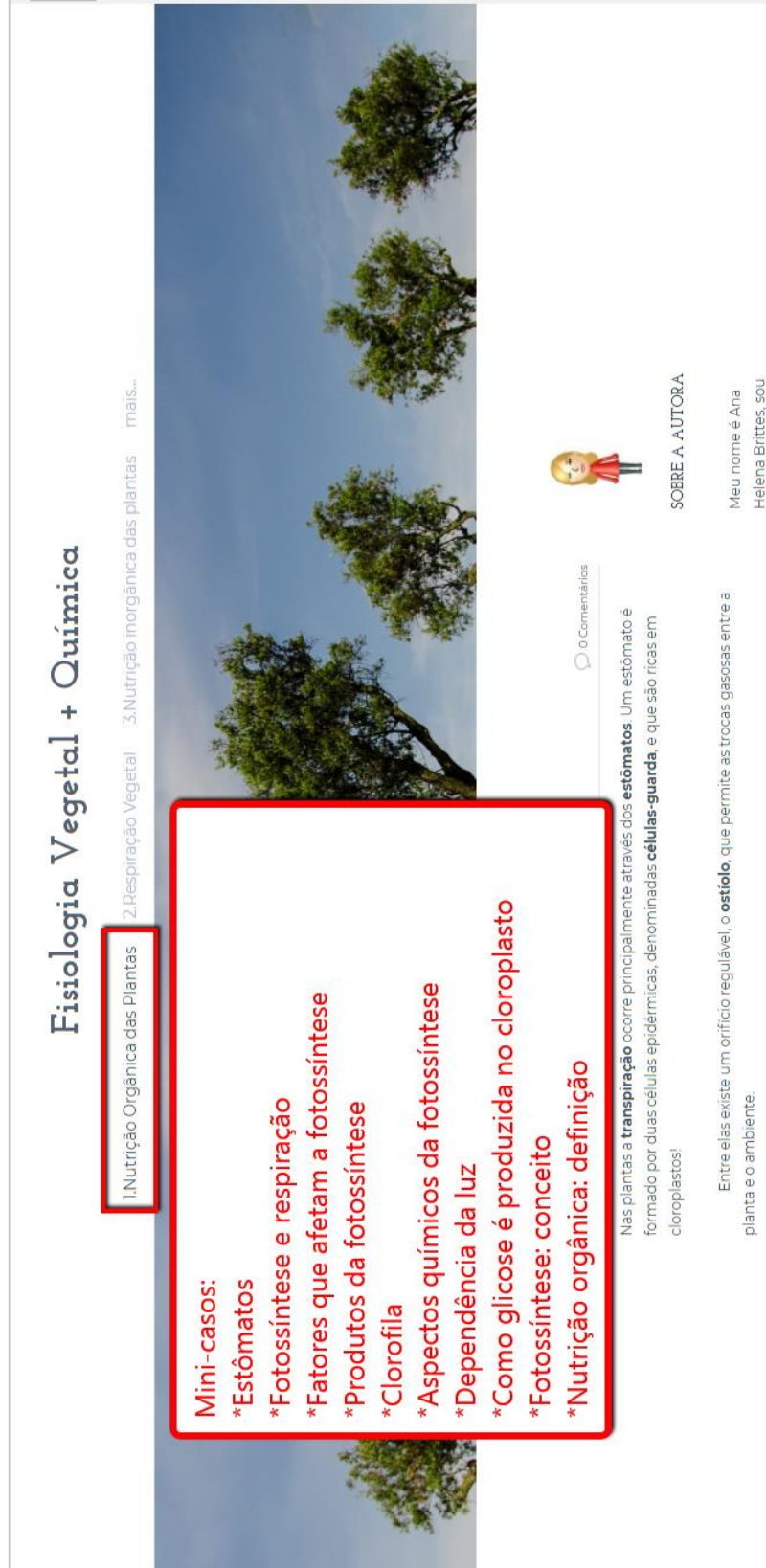
AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2006.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia dos Organismos: A Diversidade dos seres vivos – anatomia e fisiologia de plantas e de animais**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2009.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em Contexto**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

APÊNDICES:

APÊNDICE A CASO 1 DO SITE



Fisiologia Vegetal + Química

1. Nutrição Orgânica das Plantas | 2. Respiração Vegetal | 3. Nutrição inorgânica das plantas | mais...

Mini-casos:

- * Estômatos
- * Fotossíntese e respiração
- * Fatores que afetam a fotossíntese
- * Produtos da fotossíntese
- * Clorofila
- * Aspectos químicos da fotossíntese
- * Dependência da luz
- * Como a glicose é produzida no cloroplasto
- * Fotossíntese: conceito
- * Nutrição orgânica: definição

0 Comentários

Nas plantas a **transpiração** ocorre principalmente através dos **estômatos**. Um estômato é formado por duas células epidérmicas, denominadas **células-guarda**, e que são ricas em cloroplastos!

Entre elas existe um orifício regulável, o **ostíolo**, que permite as trocas gasosas entre a planta e o ambiente.

SOBRE A AUTORA

Meu nome é Ana Helena Brittes, sou ...



Fisiologia Vegetal

Ana Helena Brittes

Nossa relação com as plantas

As plantas são presença constante na dieta da maioria das pessoas



A importância da Fisiologia Vegetal

1. Autotróficas (estratégia adaptativa)
2. Evolução das técnicas de adubação e cultivo
3. Melhoramento Genético

A importância da Fisiologia Vegetal

4. Nutrição orgânica (que envolve a produção de substâncias pela fotossíntese)
5. Nutrição mineral (hidroponia)
6. Transporte de substâncias

Nutrição orgânica das plantas: fotossíntese

Todos os seres vivos necessitam de energia para manter o metabolismo, crescer e reproduzir.

As plantas utilizam como fonte de energia moléculas orgânicas que elas mesmas sintetizam por meio da FOTOSSÍNTESE!

Nutrição orgânica das plantas: fotossíntese

Fotossíntese: processo bioquímico em que plantas, algas e bactérias fotossintetizantes convertem CO_2 e H_2O em moléculas orgânicas liberando O_2 como subproduto.

A ENERGIA PARA ESSA CONVERSÃO

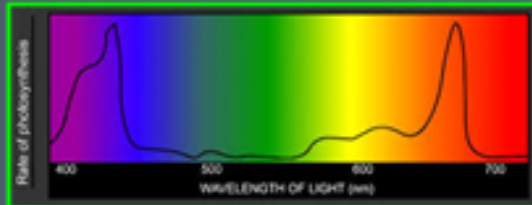
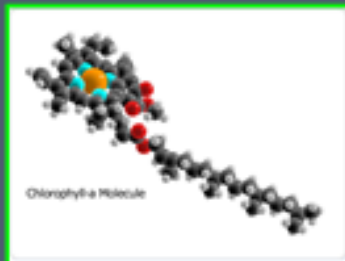


LUZ

Clorofila

A **CLOROFILA** é uma molécula essencial para a fotossíntese.

A clorofila absorve energia luminosa, principalmente aquela presente na luz correspondente às cores azul e vermelha do espectro de radiações eletromagnéticas provenientes do Sol



Fatores que afetam a fotossíntese:

A fotossíntese é afetada por diversos fatores:

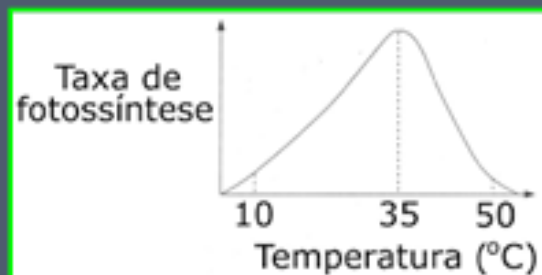
- Concentração de gás carbônico
- Temperatura
- Intensidade de luz

Concentração de Gás Carbônico

- A [CO₂] na atmosfera = 0,03% a 0,04%
- A planta consegue realizar fotossíntese de forma eficiente com [CO₂] = 0,40%
- Essa [CO₂] máxima dificilmente é encontrada no ar atmosférico
- Portanto, a planta não realiza fotossíntese com eficiência máxima.

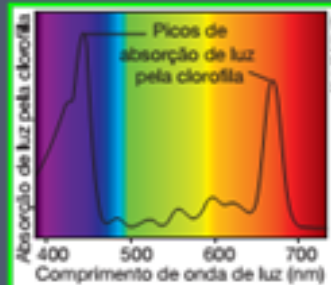
Temperatura

- O aumento da temperatura estimula a realização da fotossíntese até a temperatura limite de 35°C
- Acima desta temperatura as enzimas se desnaturam



Intensidade da luz

- Na temperatura e [CO₂] ideais a taxa de fotossíntese aumenta com o aumento da luminosidade.
- Ponto de saturação luminosa = 2000 lux.
- A planta absorve mais luz nas cores, azul, violeta e vermelho



Relação entre fotossíntese e respiração

A planta utiliza parte dos produtos da fotossíntese como fonte de energia metabólica, o que ocorre por meio da respiração aeróbica, nas mitocôndrias.

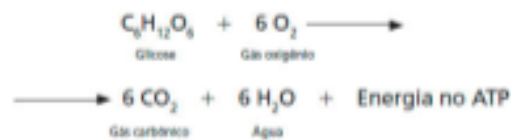
Nesse processo, moléculas orgânicas e de oxigênio interagem, em uma complexa série de reações, originando gás carbônico e água e liberando energia na forma de ATP.

Relação entre fotossíntese e respiração

Fotossíntese:



Respiração:



Relação entre fotossíntese e respiração

Durante o dia, a planta faz fotossíntese, consumindo gás carbônico e produzindo oxigênio.

A maior parte do oxigênio é eliminada para a atmosfera através dos **estômatos**.

Relação entre fotossíntese e respiração

Ao mesmo tempo em que a planta faz fotossíntese também respira, utilizando para isso parte do oxigênio produzido na fotossíntese.

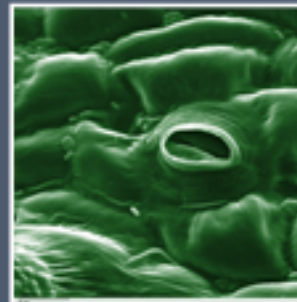
E ao respirar a planta libera gás carbônico, que também será utilizado na fotossíntese.

Relação entre fotossíntese e respiração

Durante a noite, deixa de fazer fotossíntese, mas não de respirar.

Dia= estômatos abertos

Noite= estômatos fechados



Relação entre fotossíntese e respiração

Como os estômatos estão fechados, a planta utiliza o gás oxigênio acumulado no mesófilo na respiração celular.

O gás carbônico acumulado nesse processo é rapidamente consumido na fotossíntese assim que amanhece.

Relação entre fotossíntese e respiração

Sob determinada intensidade luminosa a taxa de fotossíntese e respiração se equivalem e a planta não faz trocas gasosas com o ambiente!

Relação entre fotossíntese e respiração

Todo o oxigênio liberado na fotossíntese é utilizado na respiração e todo gás carbônico produzido na respiração é utilizado na fotossíntese.

PONTO DE COMPENSAÇÃO LUMINOSA

Relação entre fotossíntese e respiração

Para crescer, as plantas precisam receber, durante algumas horas do dia, intensidade luminosa superior ao seu ponto de compensação luminosa.

Assim haverá maior taxa de produção de substâncias orgânicas na fotossíntese do que na respiração.

ISSO PERMITE A SOBRA DE MATÉRIA ORGÂNICA, NECESSÁRIA PARA O CRESCIMENTO DO VEGETAL.

APÊNDICE C PROTOCOLO AULA PRÁTICA: FOTOSÍNTESE E LIBERAÇÃO DE OXIGÊNIO

ROTEIRO AULA PRÁTICA 1:

Aula prática: Fotossíntese e liberação de oxigênio

Material Necessário:

- 1 aquário pequeno
- 1 vela
- Fósforo
- Um vaso com feijoeiro, com o solo bem úmido, mas não encharcado
- Um cronômetro

Montagem do experimento:

Com os materiais separados e em ambiente bem iluminado, acender a vela e fixar em uma bancada ou pires. Acender a vela e colocar o aquário invertido e anotar o tempo que leva para ela apagar. Retirar o aquário e deixar arejar a fim de renovar o ar que está em seu interior. Agora colocar a planta próxima da vela, tomando cuidado para que não fique próximo demais do calor da vela. Acender a vela novamente e o aquário sobre ela e a planta. Verificar o tempo que leva para a vela apagar e compare com o tempo anterior.

Resultado esperado:


a) Tempo 1: _____

b) Tempo 2: _____

c) Em que tempo a vela demorou mais para apagar? _____

d) Por quê?

e) Que fatores podem afetar e/ou afetaram os resultados?



Fisiologia Vegetal + Química

1.Nutrição Orgânica das Plantas 2.**Respiração Vegetal** 3.Nutrição inorgânica das plantas mais...


Mini-casos:


- * A respiração vegetal
- * Experimento sobre respiração
- * Influência da luz na respiração
- * Produção de O₂ na respiração
- * Consumo de CO₂ na fotossíntese

A RESPIRAÇÃO VEGETAL

6/20/2016 0 Comentários

As plantas vasculares apresentam um sistema respiratório! Esse sistema é formado por estômatos, que são estruturas encontradas na epiderme inferior das folhas que se abrem e fecham através de um orifício e por onde o ar entra para os tecidos e onde se realiza a respiração e a fotossíntese!



 **SOBRE A AUTORA**

Meu nome é Ana Helena Brites, sou

APÊNDICE E PROTOCOLO AULA PRÁTICA DE ESTÔMATOS

ROTEIRO AULA PRÁTICA 2:

AULA PRÁTICA: OBSERVAÇÃO DE ESTÔMATOS

<p>1) Estômatos</p> <p>(Escrever conceito e função)</p>	
<p>2) Histologia</p> <p>(Escrever como estão formados os estômatos)</p>	
<p>3) Desenho</p>	

APÊNDICE F PROTOCOLO AULA PRÁTICA “TIRANDO O AR DA FOLHA”

ROTEIRO AULA PRÁTICA 3:

Experiência: Tirando ar da folha

Disciplina: Biologia

Série: Ensino Médio

Introdução:

Esta experiência permite a observação da saída de ar das folhas pela superfície inferior da mesma.

Materiais:

- Folhas de uma mesma planta
- Água
- 2 pratos fundos

Procedimento experimental:

- 1) Coloque água fria em um prato fundo e água quente em outro
- 2) Colocar as folhas submersas em cada um dos pratos.

OBS.: Fazer isso uma vez com a superfície inferior das folhas voltadas para cima e uma segunda vez (com outras folhas) com a superfície voltada para baixo.

- 3) Anotar o que foi observado.

Atividades:

- 1) Em qual dos pratos (água quente ou fria) formaram-se bolhas?

- 2) Em qual das superfícies das folhas formaram-se bolhas?

- 3) Onde estava esse ar?

- 4) O que fez com que esse ar saísse da folha?

APÊNDICE G PROTOCOLO AULA PRÁTICA “PRODUÇÃO DE OXIGÊNIO NA FOTOSSÍNTESE

ROTEIRO AULA PRÁTICA 4:

Aula prática: Produção de oxigênio na fotossíntese

Introdução:

A **fotossíntese**, termo que significa “síntese utilizando a luz”, é geralmente definida como o processo em que a energia solar é capturada e transformada em energia química. Por meio dela, muitos organismos autotróficos conseguem sintetizar material orgânico, ou seja, produzir seu próprio alimento.

Materiais:

Procedimento experimental:

Atividades:

- 1) De que maneira observamos que ocorre a fotossíntese?
- 2) Por onde a folha absorve o gás carbônico?
- 3) E por onde a planta libera o oxigênio?
- 4) Para realizar fotossíntese, que molécula deve estar presente na célula?
- 5) Todas as partes da planta fazem fotossíntese? Quais?
- 6) Todas as partes das plantas respiram? Quais?

Fisiologia Vegetal + Química

1.Nutrição Orgânica das Plantas 2.Respiração Vegetal 3.Nutrição inorgânica das plantas mais...

Mini-casos:

- *Hipótese da coesão-tensão
- *Absorção da seiva bruta
- *Macro e micronutrientes
- *Experimento capilaridade

HIPÓTESE DA COESÃO-TENSÃO

5/26/2016

 0 Comentários

O deslocamento da seiva mineral pelo xilema é conhecido pela TEORIA DA COESÃO-TENSÃO! Segundo esta teoria a seiva é arrastada da raiz até as folhas por forças geradas pela TRANSPIRAÇÃO que ocorre nas folhas. E a transpiração vegetal é a perda de água na forma de vapor que ocorre na superfície corporal das plantas.



SOBRE A
AUTORA

TEXTO COMPLEMENTAR:

Ciência e cidadania

Importância da adubação para a agricultura

1. Conhecimentos derivados do senso comum, aliados às novas descobertas científicas, têm possibilitado à humanidade aumentar significativamente a produtividade do solo e das culturas vegetais. Isso permite produzir mais alimentos e com mais qualidade, demandas importantes para as sociedades humanas, que ainda crescem em ritmo acelerado.

Importância da adubação do solo

2. Nos ambientes naturais, a morte e a decomposição dos seres vivos devolvem ao solo os elementos retirados pelas plantas, o que possibilita sua constante reciclagem. Em um campo de cultivo, porém, a situação é diferente, pois as plantas são removidas, inteiras ou em parte, e utilizadas como alimento pelas pessoas ou por animais domésticos. Com isso, o solo vai gradativamente empobrecendo em elementos químicos essenciais. Para que o solo não se “esgote”, tornando-se inadequado à agricultura, os elementos perdidos devem ser repostos periodicamente pela adição de substâncias que os contenham. Essa prática é denominada adubação e as substâncias adicionadas, fontes de elementos químicos, são os adubos, que podem ser orgânicos ou inorgânicos.
3. **Adubos orgânicos** são constituídos por restos ou partes de animais ou de plantas, como fezes e sobras de alimentos. À medida que os adubos orgânicos são decompostos pelos microrganismos do solo, eles liberam elementos essenciais ao crescimento das plantas. A adubação orgânica, além de fornecer ao solo elementos essenciais, favorece a retenção de água.
4. Muitos agricultores estimulam a reposição de nitrogênio no solo com o cultivo de plantas leguminosas, que são deixadas para apodrecer no campo; esse processo é conhecido como **adubação verde**. As leguminosas, por viverem em associação com bactérias que fixam nitrogênio diretamente do ar, incorporam quantidades elevadas desse elemento químico.
5. **Adubos inorgânicos** são compostos produzidos de forma industrial e que geralmente contêm sais minerais constituídos de três macronutrientes químicos: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). A adubação inorgânica possibilita calcular com precisão as quantidades de cada elemento nutriente que deve ser fornecido à planta. Isso é importante, pois a concentração relativa de cada elemento tem influência no tipo de crescimento. Por exemplo, o fornecimento de nitrogênio estimula um crescimento vegetativo vigoroso, com produção de muitas folhas, em detrimento da formação de estruturas reprodutivas. Assim, é interessante fornecer a quantidade adequada de nitrogênio para uma cultura de alface, por exemplo, cuja parte de interesse é a folha. Em uma cultura de tomates, entretanto, em que o produto de interesse é o fruto, a quantidade de nitrogênio pode ser menor.

Importância da adubação para a agricultura

6. A utilização de adubos inorgânicos sem o devido conhecimento das necessidades das plantas e do tipo de solo pode levar a problemas ambientais. A adubação excessiva, por exemplo, pode acarretar a contaminação dos recursos hídricos (lagos, açudes, rios, etc.) com minerais que podem causar problemas à saúde humana e aos ecossistemas.

Importância do grau de acidez do solo

7. A eficiência da adubação está diretamente ligada ao grau de acidez do solo, medido na escala de pH. Antes de aplicar os fertilizantes, o agricultor deve conhecer o pH do solo e corrigi-lo, se necessário. Se o solo é muito ácido, pode-se adicionar calcário (formado basicamente de CaCO_3) para reduzir a acidez; se o solo é alcalino, a correção pode ser feita pela adição de sulfato de sódio (Na_2SO_4) ou sulfato de magnésio (MgSO_4).
8. O pH do solo influencia a capacidade das plantas de absorver determinados elementos químicos. Mesmo que o solo contenha todos os elementos essenciais, uma planta pode não conseguir absorver algum deles se o pH for inadequado. Por exemplo, em um solo com pH 8, a planta consegue absorver cálcio, mas é incapaz de absorver ferro com eficiência.

Importância da irrigação

9. Outro fator fundamental para o crescimento das plantas é a disponibilidade de água no solo. Muitas regiões desérticas, apesar de terem solo fértil quanto à composição mineral, são pobres em vegetação porque falta água. Isso é evidente em regiões semidesérticas que se tornam produtivas quando irrigadas artificialmente. Diversas regiões áridas do Nordeste brasileiro, por exemplo, têm produzido frutas e hortaliças de excelente qualidade graças aos processos de irrigação artificial.

Cultivo de plantas sem solo: hidroponia

10. Plantas podem se desenvolver na ausência de solo, desde que suas raízes estejam mergulhadas em uma solução aquosa aerada e com os nutrientes minerais necessários. A aplicação desse conhecimento levou à criação de um interessante método de cultivo, a **hidroponia**, empregado na produção comercial de hortaliças. As plantas são cultivadas em estufas, sem solo, com as raízes mergulhadas em uma solução nutritiva que circula continuamente e as abastece dos nutrientes minerais necessários ao seu desenvolvimento.

Guia de leitura

1. Leia o primeiro parágrafo. O que são “conhecimentos derivados do senso comum”? Se necessário, pesquise sobre o tema.
 2. Leia o segundo parágrafo e responda:
 - a. Por que o solo de um campo de cultivo empobrece em nutrientes quando comparado a ecossistemas naturais?
 - b. Que método é utilizado para evitar que o solo se esgote e se torne impróprio para a agricultura?
 3. O terceiro parágrafo refere-se à adubação orgânica. Você já pensou que os restos de alimentos utilizados em sua casa podem ser destinados à produção de adubo orgânico? Como isso poderia ser feito?
 4. Leia o quarto parágrafo e responda: em que consiste a adubação verde?
 5. O quinto parágrafo refere-se à adubação inorgânica. Quais seriam algumas de suas vantagens? Analise a figura que mostra uma embalagem de adubo e sua respectiva legenda. Com base apenas nas informações do texto e da figura, você poderia concluir que o adubo mostrado na foto seria o mais adequado para uma plantação de alface?
 6. O sexto parágrafo aponta possíveis prejuízos ambientais da adubação excessiva. Quais são eles?
7. Leia os parágrafos 7 e 8 e responda: qual é a importância do pH adequado do solo e como se corrigem eventuais desvios?
 8. No nono parágrafo, observe a figura que mostra uma plantação com irrigação artificial. Considere as realizações e possibilidades da irrigação artificial no Brasil como tema para uma futura pesquisa.
 9. O décimo e último parágrafo trata da hidroponia. Em que consiste esse método? Compare possíveis vantagens e desvantagens em relação ao cultivo tradicional no solo. Você já viu ou comprou algum produto hidropônico?

Fonte: Biologia em Contexto – Amabis e Martho, 2013.

APÊNDICE J PROTOCOLO AULA PRÁTICA “CONDUÇÃO DE ÁGUA PELO XILEMA

ROTEIRO AULA PRÁTICA 5:

Aula Prática: “Condução de água pelo xilema”

OBJETIVO:

- **Observar o transporte da seiva através da ascensão de corante em flores.**

INTRODUÇÃO:

A seiva é um líquido complexo que circula no organismo vegetal. A seiva ascendente ou mineral corre pelos vasos lenhosos e é formada da solução extraída do solo pelas raízes. Com a simples utilização de corantes e flores brancas, visualizaremos como se dá a condução da seiva bruta.

MATERIAL:

- **Becker, tubo de ensaio, proveta ou copo de vidro.**
- **Corante orgânico**
- **Flores frescas de pétalas brancas**
- **Água**
- **Estilete**
- **Tesoura**

PROCEDIMENTO:

- **Aplique o corante na água até que fique na cor desejada.**
- **Retire as folhas da flor.**
- **Corte o caule da flor no tamanho máximo de 15 cm. Após o corte mais 2 cm com o caule imerso dentro da solução com corante.**
- **Observe os resultados. Esta é apenas a atuação de uma das áreas da Biologia conhecida como Fisiologia Vegetal!**

RESULTADOS:

(Descrever o que aconteceu com a flor após 40 minutos)

EXERCÍCIOS:

1) O que ocorre com o transporte da seiva mineral nos vegetais, segundo a Teoria de Dixon, quando as folhas das árvores caem no inverno?

2) Quais são os tipos celulares que constituem o xilema?

3) Qual a função dos reforços de lignina, observados ao longo dos elementos dos vasos e das traqueídes?

4) Um ramo vegetal seccionado foi mergulhado em uma solução de corante. Após algum tempo as nervuras foliares ficaram coloridas. Qual o nome do tecido que transportou o corante até as folhas?

5) Quando uma planta transpira intensamente, a seiva bruta circula _____ e o colapso dos vasos é evitado devido à presença de _____ .

- (a) Em estado de tensão – válvulas dispostas ao longo dos vasos
- (b) Com pressão positiva – depósitos de calose nos vasos lenhosos
- (c) Com pressão negativa – depósitos de suberina nas placas crivadas
- (d) Em estado de tensão – reforços de lignina
- (e) Com pressão positiva – absorção de íons minerais

Fisiologia Vegetal + Química

1.Nutrição Orgânica das Plantas

2.Respiração Vegetal

4.Condução da seiva orgânica

Mini-casos:

*Estrutura do floema

*Hipótese do desequilíbrio osmótico

*Papel do floema

ESTRUTURA DO FLOEMA

5/26/2016

0 Comentários

A figura abaixo mostra a estrutura do floema que é o tecido vegetal encarregado de transportar a seiva elaborada pelo caule até as raízes e outros tecidos de reserva.

O floema geralmente encontra-se mais externo que o xilema e é um tecido formado por quatro tipos de células vivas (células crivosas, células de companhia, parênquima e fibras)



**SOBRE A
AUTORA**

Fisiologia Vegetal + Química

1.Nutrição Orgânica das Plantas 2.Respiração Vegetal 3.Nutrição inorgânica das plantas mais...

Caso 1: Nutrição Orgânica das Plantas

Caso 2: Respiração Vegetal

Caso 3: Nutrição inorgânica das plantas

Caso 4: Condução da seiva orgânica

Seja bem-vindo