CICLO DO NITROGÊNIO

O nitrogênio é um nutriente utilizado por vários organismos, sendo essencial para formar proteínas, ácidos nucleicos e outros componentes das células.

Apesar de ser encontrado em grande quantidade na atmosfera, o gás nitrogênio não é utilizado pela maioria dos organismos vivos, os quais são incapazes de fixar e incorporar à matéria viva o nitrogênio atmosférico. Entre os organismos capazes de utilizar esse nitrogênio, estão alguns tipos de **bactérias.**

Podemos dividir o ciclo do nitrogênio em determinadas etapas: fixação, amonificação, nitrificação e desnitrificação.

FIXAÇÃO

Ocorre a fixação do nitrogênio atmosférico com a ajuda, principalmente, de bactérias. Sem dúvidas, as bactérias mais importantes para essa etapa são as bactérias do gênero *Rhizobium,* as quais vivem associadas às raízes de plantas leguminosas, como feijão, ervilha e soja. Essas bactérias formam nódulos na região cortical das raízes dessas plantas, onde agem captando o nitrogênio atmosférico e transformando-o em amônia (NH_3), que será utilizada pela planta. Essas bactérias estabelecem uma relação mutualística com o vegetal, fornecendo às plantas os sais de nitrogênio de que elas precisam, enquanto recebem delas a matéria orgânica que foi produzida no processo de fotossíntese.

AMONIFICAÇÃO

O nitrogênio encontrado no solo é, muitas vezes, proveniente de materiais orgânicos mortos. Quando os decompositores começam a atuar na matéria orgânica nitrogenada, liberam amônia (NH_3) no ambiente. Essa amônia combina-se com a água do solo e forma o hidróxido de amônio, que se ioniza e produz o íon amônio (NH_4^+) e a hidroxila (OH^-). Esse processo é conhecido como amonização ou amonificação.

NITRIFICAÇÃO

No processo de nitrificação, ocorre a oxidação da amônia em nitrito e, na sequência, em nitrato. Esse processo é realizado por bactérias que fazem quimiossíntese, ou seja, que utilizam a energia liberada na nitrificação para sintetizar suas substâncias orgânicas. As bactérias que realizam nitrificação são chamadas de bactérias nitrificantes. Bactérias dos Nitrosomonas e Nitrosococus convertem amônia (NH_3) em nitrito (NO_2^-), e as Nitrobacter convertem nitrito(NO_2^-) em nitrato (NO_3^-). Na nitrificação, temos, portanto, duas etapas:

- Nitrosação: oxidação da amônia em nitrito. Veja a equação abaixo:

  $$2\ NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2\ NO_2^- + 2\ H^+ + 2\ H_2O$$

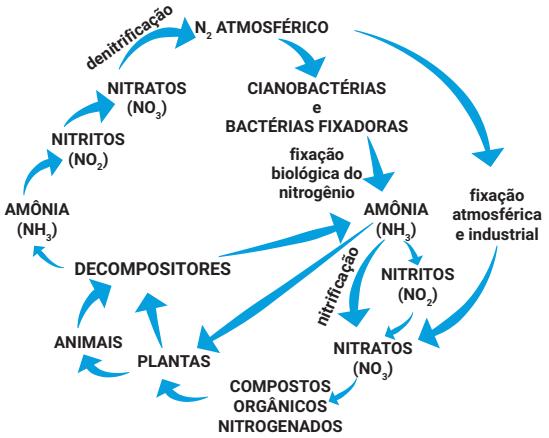
- Nitração: oxidação do nitrito em nitrato. Veja a equação abaixo:

  $$2\ NO_2^- + O_2 \rightarrow 2\ NO_3^-$$

O nitrato liberado pode ser absorvido, utilizado pelas plantas e convertido em compostos orgânicos. Desse modo, o nitrogênio entra na cadeia alimentar. Os animais conseguem adquirir nitrogênio por meio da alimentação.

DESNITRIFICAÇÃO

É realizada por bactérias heterotróficas e anaeróbias (como, por exemplo, a ***Pseudomonas denitrificans***), são capazes de converter os nitratos em nitrogênios molecular, que volta a atmosfera fechando o ciclo.



ROTAÇÃO DE CULTURAS

As bactérias Rhizobium sp. costumam interagir com as raízes de plantas leguminosas, formando nódulos que, na verdade, são benéficos a ambos. Esta relação, comumente classificada como mutualismo, beneficia os vegetais pela aquisição facilitada de nitrogênio, enquanto as bactérias são beneficiadas pelo abrigo e pela disponibilidade de nutrientes orgânicos sintetizados pelas plantas através da fotossíntese. Este é o motivo pelo qual muitos agricultores utilizam um sistema de rotação de culturas. Isto aumenta a quantidade de nitrogênio no solo enquanto as leguminosas são cultivadas, ao mesmo tempo em que possibilita o cultivo posterior de espécies pertencentes a outras famílias botânicas.

PLANTAS CARNÍVORAS

Muito comercializadas pela sua aparência diferente e pela curiosidade que geram na população, as plantas carnívoras apresentam, de fato, um comportamento distinto dos demais membros deste Reino. Por terem evoluído em locais de solo pobre, as diferentes espécies que apresentam esta capacidade foram selecionadas com características que as possibilitassem extrair de animais os minerais escassos no ambiente ao qual se fixavam. Assim, plantas carnívoras não digerem os pequenos artrópodes e vermes com o objetivo de se alimentar e conseguir energia. Ao invés disso, elas extraem de seus corpos os sais, como nitratos e fosfatos, que deveriam vir do solo e, com isso, conseguem realizar a fotossíntese. Desta forma, é possível compreender que não se trata de um processo heterotrófico, mas de uma adaptação para que se mantenham autotróficas como os demais vegetais.

EXERCÍCIOS PROTREINO

01. Descreva o tipo de nutrição e de respiração das bactérias nitrificantes.

02. Cite o tipo de metabolismo e de nutrição das bactérias desnitrificantes.

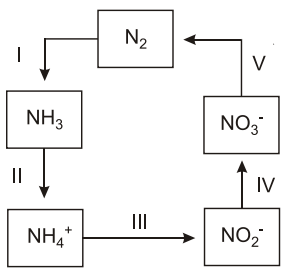
03. Aponte o nome da etapa em que a amônia é convertida em nitrito.

04. Destaque o nome da bactéria que vive associada a raízes de leguminosas.

05. Descreva a etapa em que há a conversão do nitrato em nitrogênio.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (ENEM) A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

a) I. b) II. c) III. d) IV. e) V.

02. (ENEM) A cada safra, a quantidade de café beneficiado é igual à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento. O resíduo pode ser utilizado como fertilizante, pois contém cerca de 6,5% de pectina (um polissacarídeo), aproximadamente 25% de açúcares fermentáveis (frutose, sacarose e galactose), bem como resíduos de alcaloides (compostos aminados) que não foram extraídos no processo.

LIMA, L. K. S. et. al. Utilização de resíduo oriundo da torrefação do café na agricultura em substituição à adubação convencional. ***ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido***, v. 10, n. 1, jan.-mar., 2014 (adaptado).

Esse resíduo contribui para a fertilidade do solo, pois

a) possibilita a reciclagem de carbono e nitrogênio.
b) promove o deslocamento do alumínio, que é tóxico.
c) melhora a compactação do solo por causa da presença de pectina.
d) eleva o pH do solo em função da degradação dos componentes do resíduo.
e) apresenta efeitos inibidores de crescimento para a maioria das espécies vegetais pela cafeína.

03. (ENEM PPL) O nitrogênio é essencial aos seres vivos e pode ser adquirido pelas plantas, através da absorção pelas raízes, e pelos animais, através da alimentação. Sua utilização na agricultura de forma inadequada tem aumentado sua concentração no ambiente, e o excesso, que é transportado para os cursos-d'água, tem causado a eutrofização. Contudo, tal dano ambiental pode ser minimizado pela adoção de práticas sustentáveis, que aprisionam esse elemento no solo, impedindo seu escoamento para rios e lagos.

O método sustentável visando a incorporação desse elemento na produção, prevenindo tal dano ambiental, é o(a)

a) adição de minhocas na terra.
b) irrigação da terra antes do plantio.
c) reaproveitamento do esterco fresco.
d) descanso do solo sem adição de culturas.
e) fixação biológica nas raízes por bactérias.

04. (ENEM) O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para a síntese da amônia (NH_3). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

"Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída."

HABER, F. ***The Synthesis of Ammonia from its Elements***. Disponível em: www.nobelprize.org. Acesso em: 13 jul. 2013 (adaptado).

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no "balanço do nitrogênio ligado"?

a) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.
b) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.
c) A reduηyo da fertilidade do solo nas economias agrvcolas.
d) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.
e) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.

05. (FUVEST) Analise as três afirmações seguintes sobre ciclos biogeoquímicos.

I. A respiração dos seres vivos e a queima de combustíveis fósseis e de vegetação restituem carbono à atmosfera.
II. Diferentes tipos de bactérias participam da ciclagem do nitrogênio: as fixadoras, que transformam o gás nitrogênio em amônia, as nitrificantes, que produzem nitrito e nitrato, e as desnitrificantes, que devolvem o nitrogênio gasoso à atmosfera.

III. Pelo processo da transpiração, as plantas bombeiam, continuamente, água do solo para a atmosfera, e esse vapor de água se condensa e contribui para a formação de nuvens, voltando à terra como chuva.

Está correto o que se afirma em

a) I, apenas.
b) I e II, apenas.
c) II e III, apenas.
d) III, apenas.
e) I, II e III.

06. (UNESP) A amônia (NH_3) é obtida industrialmente pelo processo Haber-Bosch, que consiste na reação química entre o gás nitrogênio proveniente do ar e o gás hidrogênio. O processo ocorre em temperaturas superiores a 500°C e pressões maiores que 200 atm e pode ser representado pela equação química:

$$N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow 2\,NH_{3(g)}$$

A amônia produzida por esse processo tem como uma de suas aplicações a fabricação de fertilizantes para o aumento da produção agrícola. Na natureza, a amônia também é produzida tendo o ar como fonte de gás nitrogênio, que é assimilado

a) pelo micélio dos fungos filamentosos.
b) pela respiração dos animais invertebrados que vivem no solo.
c) por bactérias no solo e nas raízes de leguminosas.
d) pelo processo de fotossíntese realizado por plantas e algas.
e) pela decomposição dos tecidos dos seres vivos.

07. (UERJ) A presença de nitrogênio e fósforo na alimentação de todos os seres vivos é fundamental ao bom funcionamento da célula.

O processo celular que envolve diretamente a participação de moléculas compostas por esses elementos é:

a) contração do músculo
b) armazenamento de energia
c) reconhecimento de antígenos
d) transmissão do impulso nervoso

08. (ENEM) Uma grande virada na moderna história da agricultura ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, os governos haviam se deparado com um enorme excedente de nitrato de amônio, ingrediente usado na fabricação de explosivos. A partir daí as fábricas de munição foram adaptadas para começar a produzir fertilizantes tendo como componente principal os nitratos.

SOUZA, F. A. Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo: um modelo sustentável de MDL. Disponível em: www.planetaorganico.com.br. Acesso em: 17 jul. 2015 (adaptado).

No ciclo natural do nitrogênio, o equivalente ao principal componente desses fertilizantes industriais é produzido na etapa de

a) nitratação.
b) nitrosação.
c) amonificação.
d) desnitrificação.
e) fixação biológica do N_2.

09. (ENEM) Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

BLOOM, A.J. et al. Nitrate assimilation is inhibited by elevated CO_2 in field-grown wheat. ***Nature Climate Change***, n. 4, abr. 2014 (adaptado).

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primariamente pela redução de

a) amido.
b) frutose.
c) lipídeos.
d) celulose.
e) proteínas.

10. (ENEM 2ª aplicação) A modernização da agricultura, também conhecida como Revolução Verde, ficou marcada pela expansão da agricultura nacional. No entanto, trouxe consequências como o empobrecimento do solo, o aumento da erosão e dos custos de produção, entre outras. Atualmente, a preocupação com a agricultura sustentável tem suscitado práticas como a adubação verde, que consiste na incorporação ao solo de fitomassa de espécies vegetais distintas, sendo as leguminosas as mais difundidas.

ANUNCIAÇÃO, G. C. F. Disponível em: www.muz.ifsuldeminas.edu.br.

Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A utilização de leguminosas nessa prática de cultivo visa reduzir a

a) utilização de agrotóxicos.
b) atividade biológica do solo.
c) necessidade do uso de fertilizantes.
d) decomposição da matéria orgânica.
e) capacidade de armazenamento de água no solo.

11. (UNICAMP) O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, podendo ser obtido do solo ou da atmosfera. No último caso, verifica-se a associação entre plantas e bactérias, que irão captar moléculas de nitrogênio e convertê-las em compostos nitrogenados usados na nutrição das plantas. Em contrapartida, as bactérias se aproveitam dos produtos oriundos da fotossíntese realizada pelas plantas. Essa associação é denominada

a) mutualismo. O texto se refere a bactérias do gênero ***Rhizobium,*** que produzem amônio.
b) comensalismo. O texto se refere a bactérias do gênero ***Rhizobium,*** que produzem amônio.
c) mutualismo. O texto se refere a bactérias do gênero ***Nitrosomona,*** que produzem proteínas.
d) comensalismo. O texto se refere a bactérias do gênero ***Nitrosomona,*** que produzem proteínas.

12. (UECE) O movimento entre as substâncias provenientes do meio abiótico para o mundo vivo e o retorno delas a partir dos seres vivos para o meio ambiente se dá por meio dos ciclos biogeoquímicos. Assinale com **V** (verdadeiro) ou **F** (falso) o que se afirma sobre os ciclos biogeoquímicos.

( ) O CO_2 que passa a circular na atmosfera é retirado do ambiente através processo de fotossíntese realizado exclusivamente pelas plantas.

( ) No ciclo hidrológico, a água circula entre animais da cadeia alimentar, retornando à superfície através de evapotranspiração, respiração, fezes, urina ou decomposição.

( ) A maioria dos seres vivos consegue incorporar e utilizar o nitrogênio na forma de gás presente no ar.

( ) As rochas fosfatadas sofrem erosão e liberam para o solo o fósforo, elemento que será absorvido pelos vegetais, para a produção de ATP e ácidos nucleicos.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

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

13. (ENEM) O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de N_2, é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microrganismos fixadores de N_2, que ocorrem de forma livre ou simbiontes com plantas.

ADUAN, R. E. et al. ***Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta***. Planaltina: Embrapa, 2004 (adaptado).

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela

a) absorção do gás nitrogênio pela respiração.
b) ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
c) incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
d) transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.
e) protocooperação com microrganismos fixadores de nitrogênio.

14. (ENEM PPL) Na técnica de plantio conhecida por hidroponia, os vegetais são cultivados em uma solução de nutrientes no lugar do solo, rica em nitrato e ureia.

Nesse caso, ao fornecer esses nutrientes na forma aproveitável pela planta, a técnica dispensa o trabalho das bactérias fixadoras do solo, que, na natureza, participam do ciclo do(a)

a) água.
b) carbono.
c) nitrogênio.
d) oxigênio.
e) fósforo.

15. (ENEM 2ª aplicação) Adubação verde, uma das maneiras de cultivar e tratar bem o solo, é uma técnica agrícola que consiste no cultivo de espécies de plantas com elevado potencial de produção de massa vegetal, semeadas em rotação, sucessão e até em consórcio com culturas de interesse econômico. No cultivo em rotação, o adubo verde pode ser incorporado ao solo após a roçada para posterior plantio da cultura de interesse econômico, ou mantido em cobertura sobre a superfície do terreno, fazendo-se o plantio direto da cultura na palhada.

SILVIA, A. C. F. Adubação verde e o manejo de cobertura do solo. ***Jornal Vanguarda***, 15 abr. 2010.

Acesso em: www.jvanguarda.com.br (adaptado).

A técnica de adubação verde é vantajosa por

a) permitir correção química refinada do solo.
b) liberar gradualmente sais minerais diversos.
c) viabilizar uma adubação rápida em regiões frias.
d) permitir o arraste da massa vegetal, evitando excesso.
e) limitar a respiração do solo, diminuindo nematoides indesejados.

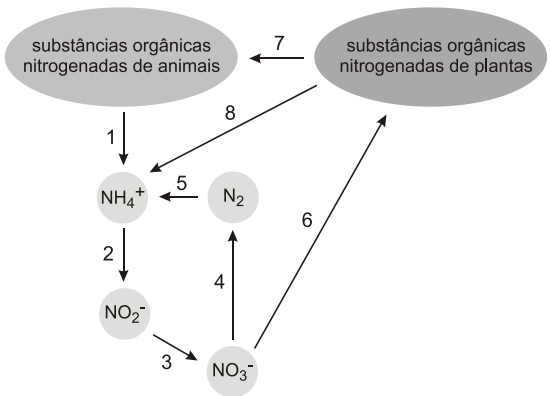
16. (UERJ) O ciclo do nitrogênio é extremamente importante para os seres vivos. Esse elemento faz parte de diversos compostos orgânicos, como proteínas e ácidos nucleicos. Na tabela, há exemplos de formas químicas do nitrogênio incorporadas por alguns seres vivos.

Seres vivos	Composto nitrogenado	
	orgânico	**inorgânico**
Plantas	aminoácidos	amônia (NH_3) nitrato (NO_3^-)
bactérias		amônia (NH_3) nitrato (NO_3^-) nitrito (NO_2^-)
animais		-

No ciclo do nitrogênio, as bactérias desnitrificantes estão relacionadas à função apontada em:

a) conversão da amônia em nitrito
b) produção de nitrato a partir da amônia
c) liberação de gás nitrogênio para o ambiente
d) incorporação de nitrogênio molecular em aminoácidos

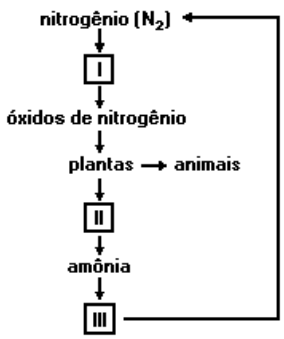
17. (UERJ) O nitrogênio é um dos principais gases que compõem o ar atmosférico. No esquema abaixo, estão resumidas algumas etapas do ciclo biogeoquímico desse gás na natureza.



O processo de nitrificação, composto de duas etapas, e o de desnitrificação, ambos executados por microrganismos, estão identificados, respectivamente, pelos seguintes números:

a) 2 e 3; 4
b) 1 e 5; 7
c) 4 e 6; 8
d) 2 e 5; 1

18. (FUVEST) O esquema a seguir representa o ciclo do nitrogênio:



Qual alternativa apresenta os organismos responsáveis pelas passagens indicadas por I, II e III?

a) (I) bactérias fixadoras; (II) decompositores; (III) bactérias denitrificantes
b) (I) bactérias simbióticas; (II) decompositores; (III) bactérias nitrificantes
c) (I) bactérias fixadoras; (II) bactérias nitrificantes; (III) bactérias denitrificantes
d) (I) bactérias simbióticas; (II) bactérias parasitas; (III) bactérias nitrificantes
e) (I) bactérias parasitas; (II) decompositores; (III) bactérias denitrificantes

19. (ENEM PPL) Um produtor rural registrou queda de produtividade numa das áreas de plantio de arroz de sua propriedade. Análises químicas revelaram concentrações elevadas do íon amônio (NH_4^+) e baixas dos íons nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) no solo. Esses compostos nitrogenados são necessários para o crescimento dos vegetais e participam do ciclo biogeoquímico do nitrogênio. Em qual etapa desse ciclo biogeoquímico são formados os compostos que estão em baixa concentração nesse solo?

a) Nitrificação.
b) Assimilação.
c) Amonização.
d) Desnitrificação.
e) Fixação de nitrogênio.

20. (FAMERP) O esterco de galinha contém fezes e excretas nitrogenadas, que podem ser utilizadas para adubar o solo. As plantas cultivadas nesse solo não são diretamente beneficiadas pelo esterco porque as substâncias orgânicas contidas nele passam primeiramente pela

a) nitrificação e depois pela decomposição, gerando o nitrato, que é absorvido pelos vegetais.
b) decomposição e depois pela nitrificação, gerando o nitrato, que é absorvido pelos vegetais.
c) decomposição e depois pela nitrosação, gerando o nitrito, que é absorvido pelos vegetais.
d) nitratação e depois pela nitrosação, gerando o nitrato, que é absorvido pelos vegetais.
e) nitrosação e depois pela nitratação, gerando o nitrito, que é absorvido pelos vegetais.

EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

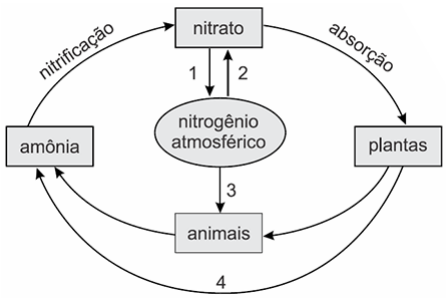
01. (UERJ) A adubação verde é uma prática de fertilização agrícola que consiste na adição de determinadas plantas à superfície do solo, favorecendo a produção de biomassa vegetal. As plantas utilizadas nesse tipo de adubação também proporcionam a incorporação ao solo do nitrogênio, essencial à produção de aminoácidos e proteínas.

Indique o tipo de planta mais adequado para a adubação verde e aponte uma característica desse tipo de planta que contribui para o enriquecimento do solo com nitrogênio.

02. (PUCRJ) Muitos agricultores cultivam plantas leguminosas (por exemplo, feijão, ervilha, soja e alfafa), como forma de aumentar a quantidade de nitrogênio disponível no solo, em um processo conhecido como adubação verde.

De que maneira esses agricultores estão interferindo no ciclo do nitrogênio em suas lavouras? Qual o papel das plantas leguminosas nesse processo? Como essa interferência resulta em uma maior produtividade agrícola?

03. (UNICID - MEDICINA) O esquema ilustra de forma simplificada o ciclo do nitrogênio.



a) Qual o número da seta que não deveria existir no esquema? Justifique sua resposta.
b) Qual o número da seta que indica a ação das bactérias desnitrificantes? Por que o elemento nitrogênio é importante para todos os seres vivos?

04. (UNESP) A batalha pelo elemento é impiedosa, assim como aquela por água, ar ou sexo, mas apenas de vez em quando a verdade de suas negociações é exposta em toda sua brutalidade. As plantas que comem animais são apenas um exemplo entre muitos para mostrar o quão competitivo o negócio deve ser, e como a Natureza recorre às conveniências mais improváveis para tirar o máximo do pouco que há disponível.

(Steve Jones. ***A Ilha de Darwin***, 2009.)



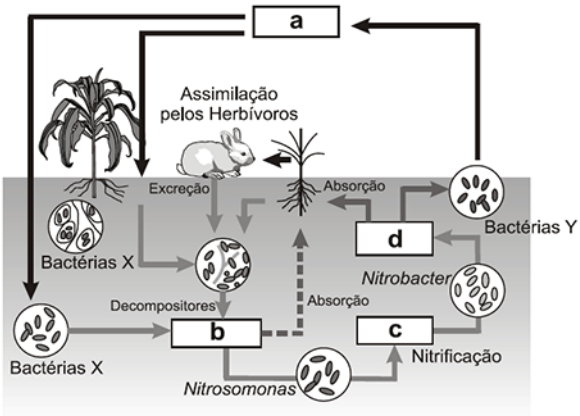
Planta carnívora (*Dionaea sp*) em seu hábitat.

(www.carnivoras.com.br)

No texto, o autor refere-se a um elemento químico, abundante na atmosfera, mas não no solo onde a planta cresce. Esse elemento é essencial para o desenvolvimento das plantas, uma vez que irá constituir suas proteínas e ácidos nucleicos.

Qual é o elemento químico referido pelo autor e, considerando que na natureza as plantas carnívoras o obtêm dos animais que capturam, explique de que forma as espécies vegetais não carnívoras o obtêm.

05. (UFF) Analise o esquema do ciclo do nitrogênio apresentado abaixo.



Preencha as lacunas **a**, **b**, **c** e **d** com o número correspondente a estes quatro compostos do ciclo do nitrogênio: 1-Nitrato (NO_3), 2-Amônia (NH_3), 3-Nitrito (NO_2) e 4-Gás Nitrogênio (N_2).

Qual a importância das bactérias X para esse ciclo e, consequentemente, para as práticas agrícolas?

Que reação química, ou biotransformação, ocorre com o nitrogênio na presença das bactérias Y?

GABARITO

▶ EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. E	05. E	09. E	13. D	17. A
02. A	06. C	10. C	14. C	18. A
03. E	07. B	11. A	15. B	19. A
04. C	08. A	12. B	16. C	20. B

★ EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. Planta leguminosa.

Característica: nódulos com bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico em suas raízes.

02. A adubação verde aumenta a quantidade de compostos nitrogenados no solo, devido à grande capacidade de fixação de nitrogênio pelas plantas leguminosas. Isso aumenta

a biomassa e, consequentemente, a decomposição de micro-organismos, favorecendo a produção e captação de nutrientes e maior produtividade agrícola.

03.

a) A seta número 3, pois os animais não conseguem incorporar o nitrogênio em sua forma molecular (nitrogênio atmosférico).

b) A seta número 1 indica a ação das bactérias desnitrificantes, convertendo nitratos em nitrogênio atmosférico (molecular), que volta para a atmosfera. O elemento nitrogênio é importante para a formação de aminoácidos, proteínas, DNA e RNA.

04. O elemento químico referido pelo autor é o nitrogênio.

As espécies vegetais não carnívoras obtêm o nitrogênio de que necessitam a partir de bactérias do solo e de bactérias que vivem associadas com suas raízes. Esses microrganismos, como, por exemplo, os rizóbios, são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico na forma de íons amônio (NH_4^+)

05.

a) a = 4, b = 2, c = 3, d = 1

b) A bactéria X fixa o nitrogênio atmosférico no solo, o que contribui para o enriquecimento do solo com sais nitrogenados que favorecem o crescimento das plantas.

c) Desnitrificação do Nitrato para liberação do gás nitrogênio atmosférico.

ANOTAÇÕES