CICLO DO NITROGÊNIO

1. Introdução

>Parte? ⟶ Solo ⟶ Entradas e saídas

Fontes de N?

Restos vegetais e animais

Fertilizantes

Precipitação ⟶ Relâmpagos ⟶ O_2 ou H^+

Fixação biológica de Nitrogênio

N no solo

- ≅ 78% → AR → N_2
- Matéria orgânica (>90,0%)
- Forma iônica → NH_4^+ ou NO_3^-
- Fixado às argilas → NH_4^+

2. Microrganismos do solo

Fungos
Bactérias
→ Substâncias protéicas

3. TRANSFORMAÇÕES DO "N" NO SOLO

- Amonificação

$$\text{N-Org} \xrightarrow{\text{Heterotróficos}} NH_3 \xrightarrow{H_20} \boxed{NH_4^+}$$

3.1 Nitrificação

a) Nitritação

$$NH_4^+ + 1{,}5O_2 \longrightarrow NO_2^- + \boxed{2H^+} + H_2O + 66 \text{ kcal}$$

Nitrosomonas sp

Bactérias: *Pseudomonas, Bacillus, Corynebacterium* e *Acromobacther*

artificial – Sim ; Solo?

b) Nitratação

$$N0_2^- + 1/2O_2 \longrightarrow NO_3^- + 18 \text{ K Cal}$$

Nitrobacter sp

Fungo: *Aspergillus flavus* NH_4^+ a NO_3^-

Tabela Microrganismos quimiolitotróficos responsáveis pela nitrificação do amônio no solo (Victoria, et al., 1992).

Espécie	Crescimento em cultura		Tempo de geração
	Temp.(°C)	**pH**	**h**
Nitrosomonas europaea	**5 - 40**	**5,8 – 9,5**	**12,7**
Nitrosospira briensis	**25 - 30**	**7,5 – 8,0**	**20,9**
Nitrosolobus multiformis	**15 - 30**	**6,0 – 8,2**	**16,0**
Nitrosovibrio tenuis	...	...	...
Nitrobacter Winogradskyi	**5 - 40**	**5,7 – 10,2**	**15,1**
Nitrobacter agilis	**...**	**...**	**13,2**

Fatores que afetam a nitrificação

- Aeração
- Umidade
- Temperatura
- Calagem
- Fertilizantes

  NH_4^+ em solos alcalinos ↑

  NH_3 tóxica ***Nitrobacter*** ↓

  NO_2^- acumula-se

- Relação C/N

3.2 Desnitrificação → Respiração anaeróbia

- Situações

  - Alagamento
  - Matéria orgânica

$NO_3^- + e^- \; NO_2^-$ → N_2O ↗ ou N_2 ↗

pH < 6,0 **pH > 7,0**

- Perdas de N
- Fonte de Nitrogênio recomendadas?

- Gêneros desnitrificantes (13)

Alcaligenes, *Agrobacterium*, *Bacillus*, F*lavobacterium*, *Pseudomonas*, ...

3.3 Decomposição da uréia

$$NH_4OH \longrightarrow NH_4 + OH^-$$

$$NH_4^+ + 1{,}5O_2 \longrightarrow NO_2^- + \boxed{2H^+} + H_2O + 66 \text{ kcal}$$

Nitrosomonas sp

$$N0_2^- + 1/2O_2 \longrightarrow NO_3^- + 18 \text{ K Cal}$$

Nitrobacter sp

Inibidores da urease: Desthibiotina, Oxithiamina, Ác.fenil fosfórico éster diamina

3.4 Volatilização da amônia

- $NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 + H_2O$

4. Perdas de nitrogênio

Desnitrificação	15 a 18 x 10^7 t de N
Áreas agrícolas	até 70%

Média 25 e 30%

30 e 200 kg de $N.ha^{-1}.ano^{-1}$

5. Problemas ambientais

•NO_3- → mananciais ↑ Portaria 518/04 MS **10 mg/L**

ou

Resolução CONAMA 357/05

Absorção → redução → NO_2-

NO_2- → Fe^{+2} a Fe^{+3} → fração heme

Metamoglobina → sangue marrom

↓ Transportar O_2 → Morte por asfixia → crianças

Aditivos alimentares

- Na**NO_2**
- K**NO_2**

Preservativo carne bovina e peixes

aparência (fixador de cor)

Clostridium botulinum

N-Nitrosaminas (cancerígenas): aminas e NO_2^-

em condição ácida: estômago (0,9 a 2,0) HCl

- $NO_2^- \longrightarrow HNO_2 \longrightarrow N{=}O^+$ (nitrosil) e -OH
- $N{=}O^+$ (nitrosil) + $R\text{-}NH_2 \longrightarrow$ Nitrosamina

Aditivos alimentares

DL_{50} = 18 mg/kg → Vitamina C (inibição)

- N_2O e NO → { Camada de ozônio; Chuva ácida! }

Sugestões para restringir perdas de N gasosas

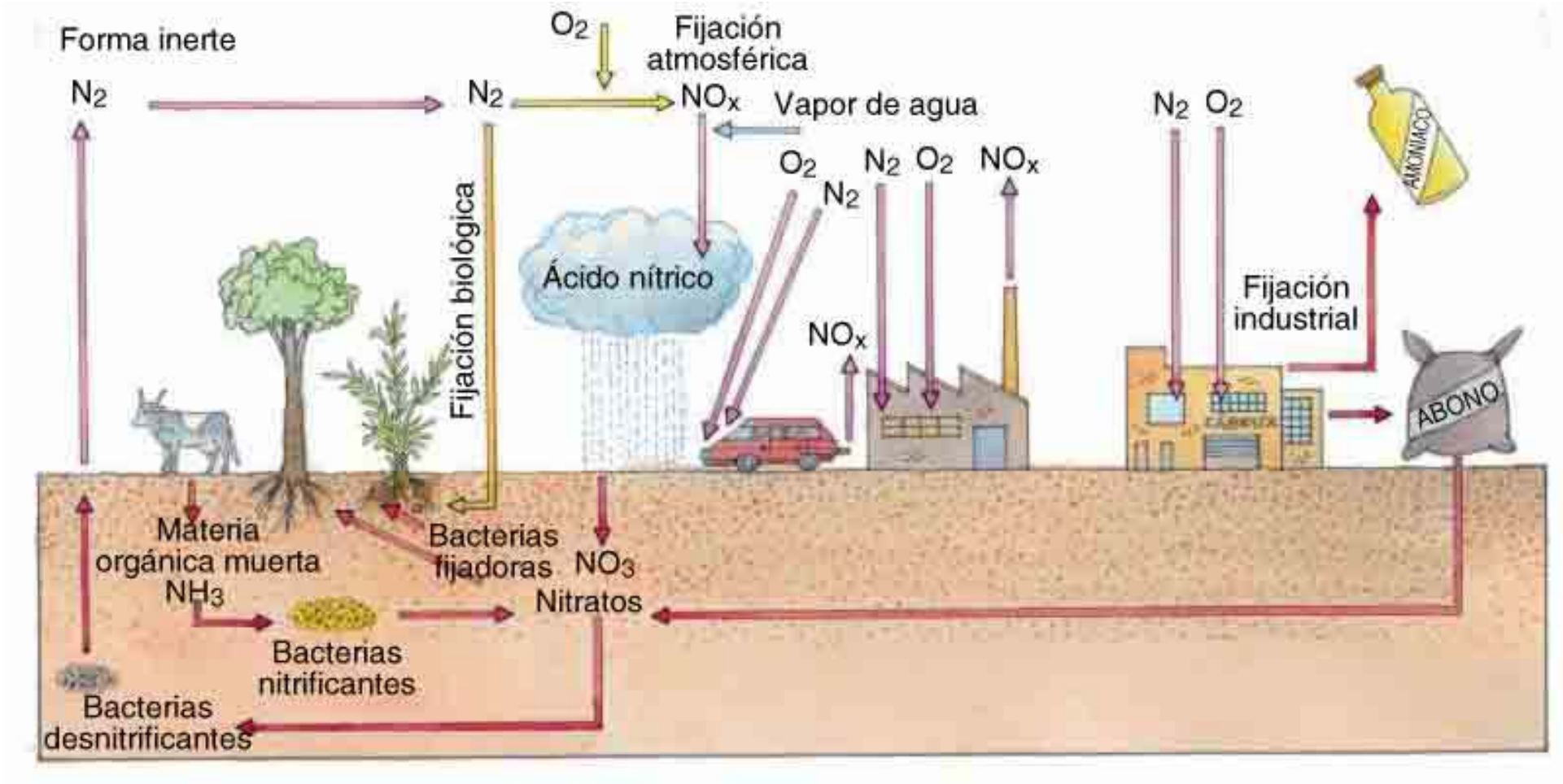
- Manter a cultura no solo > tempo;
- Boas condições de drenagem e subsolagem;
- Compostos minerais nitrogenados.

Exercícios

1) Desenvolva o esquema do ciclo do nitrogênio

- Considere as entradas e saídas do nitrogênio do solo.
- Considere as formas orgânicas, minerais e gasosas.

CICLO DO NITROGÊNIO



2. A decomposição de 1 tonelada de palha de milho com 40% de carbono e 0,55% de nitrogênio, com aproveitamento de 35% proporciona ao solo um déficit ou acréscimo de N? Kg de N?

3. A decomposição de 1 tonelada de palha de soja com 40% de carbono e 3% de nitrogênio, com aproveitamento de 35% causa ao solo um déficit ou acréscimo de N? Kg de N?

4. Considerando-se que um solo tem em média 3,5% de matéria orgânica, e esta 2% de N. Desta forma estime a quantidade de N que poderá ser mineralizada no solo, num período de 4 meses, para atender a cultura do arroz. Sabendo-se que a taxa de mineralização no solo é de 2 a 4% ao ano. Camada do solo de 0-20cm, área 1 ha.

Considere a densidade do solo = 1,0.

TABELA 1 - Atributos químicos do solo dos quatro sistemas de manejo estudados do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2006.

Áreas	pH	Al^{3+}	$H^+ + Al^{3+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	CTC	P	C total	V	m
	$CaCl_2$	----------$cmol_c\ dm^{-3}$----------						mg dm^{-3}	g dm^{-3}	------%---	
Cássia	4,9	0,3	7,8	12,5	5,9	0,6	26,8	40,3	26,9	71	2
Bosque	4,7	1,1	11,3	9,8	4,6	0,4	26,1	3,3	45,0	57	7
Pastagem	5,4	0,0	5,8	14,4	6,8	0,6	27,6	5,2	38,9	79	0
Agroecol.	5,7	0,0	5,4	16,9	7,9	1,0	31,2	22,5	49,8	83	0

Considere a densidade do solo = 1 g/cm^3

Estime a quantidade de N que poderá ser mineralizada em cada área, por ha e por ano.