



Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental



Grupo RReSSa – Recuperação de Recursos em Sistemas de Saneamento

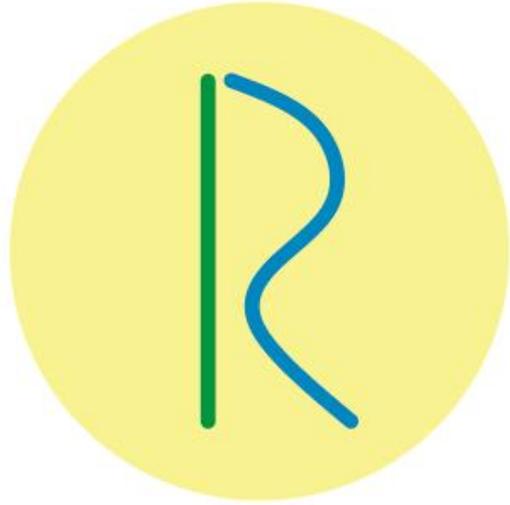
FORMAÇÃO EM SANEAMENTO ECOLÓGICO

Biofertilizantes na agricultura

Priscila Carlon, MSc. e Fernanda Gonçalves Ferreira, Eng.

Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (UFSC)

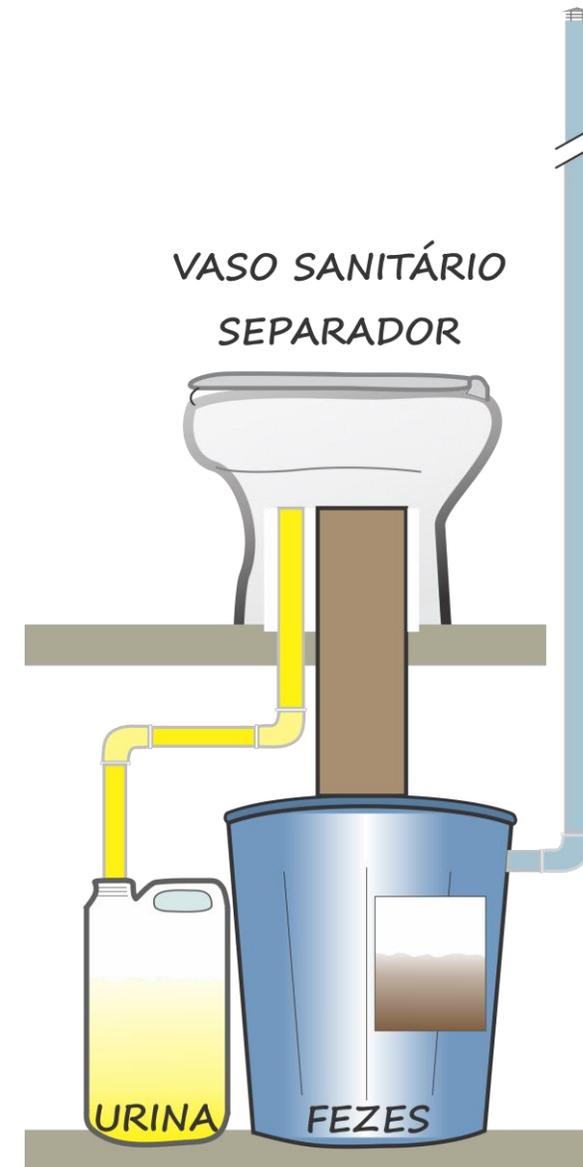
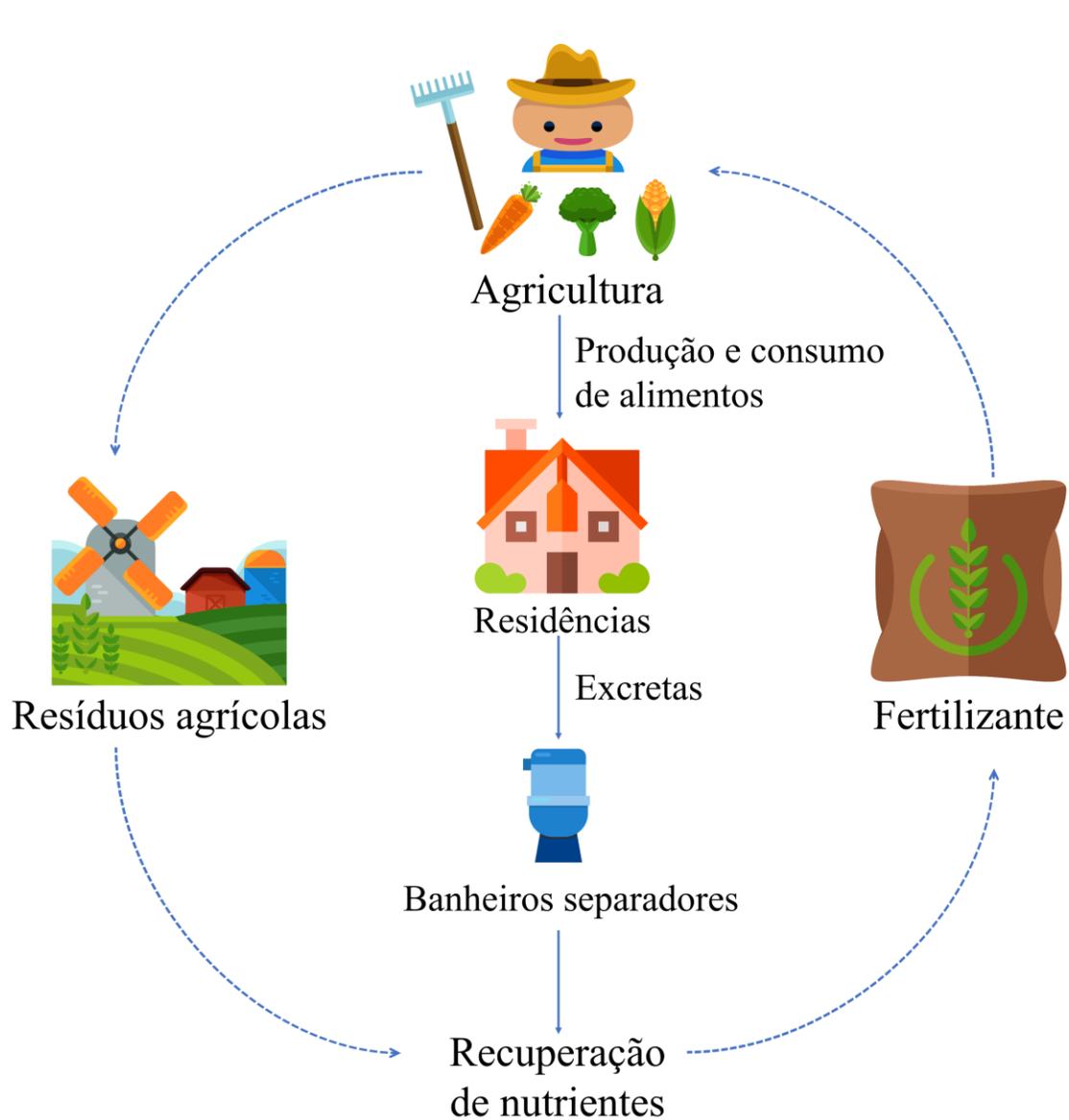




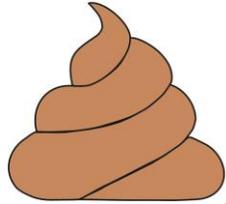
Grupo de Pesquisa Recuperação de Recursos em Sistemas de Saneamento



SANEAMENTO ECOLÓGICO



FEZES E URINA HUMANAS SEM TRATAMENTO

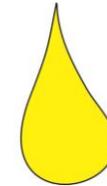


Fezes *in natura*:

0,5 kg N.ano⁻¹

0,4 kg

P₂O₅.ano⁻¹



Urina fresca:

2,5 - 2,8 kg
N.ano⁻¹

0,2 - 0,4 kg
P₂O₅.ano⁻¹

A urina produzida por uma pessoa durante 1 ano é suficiente para fertilizar 300 a 400 m² em 50 a 100 kg N/ha



FEZES E URINA TRATADAS



BIOFERTILIZANTES

Instrução Normativa
61/2020 do MAPA



Produtos que contém
princípio ativo
orgânico
isento de substâncias
agrotóxicas



Capaz de atuar sobre
as plantas cultivadas,
elevando a sua
produtividade



NORMAS E DIRETRIZES



Lodo de
estação de
tratamento
de esgoto

Reino Unido (ADAS UK 1263/1989)

Estados Unidos (US EPA 503/1994)

Brasil (CONAMA 498/2020)

NORMAS E DIRETRIZES Biofertilizantes



WHO GUIDELINES FOR THE
SAFE USE OF WASTEWATER,
EXCRETA AND GREYWATER

VOLUME IV
EXCRETA AND GREYWATER USE IN AGRICULTURE



Organização Mundial da Saúde (OMS):
Guia para o uso seguro de esgoto doméstico, excretas e águas cinzas:
Volume 4: Excretas e águas cinzas na agricultura (2006)

NORMAS E DIRETRIZES Biofertilizantes



Diretrizes para o Uso Seguro de Urina e Fezes nos
Sistemas de Saneamento Ecológico

Caroline Schönning e Thor Axel Stenström
Instituto Sueco de Controle de Doenças Infecciosas (SMI)



Programa de Pesquisa em
Saneamento Ecológico
(EcoSanRes):
Diretrizes para o Uso Seguro de
Urina e Fezes nos Sistemas de
Saneamento Ecológico (2004)

EXEMPLOS DE CULTIVOS COM BIOFERTILIZANTES NO MUNDO



RICH
EARTH
INSTITUTE

Vermont
(Estados Unidos)

Operam desde 2012 coletando urina de banheiros alugados para eventos e transportando para agricultores



EXEMPLOS DE CULTIVOS COM BIOFERTILIZANTES NO MUNDO



Haiti

Operam desde 2009 coletando excretas. Fornecem banheiros para famílias e comunidades em situação de vulnerabilidade. Vendem o composto para agricultores.



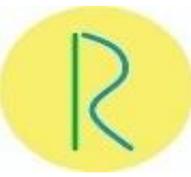
EXEMPLOS DE CULTIVOS COM BIOFERTILIZANTES NO MUNDO



Burquina Faso



EXEMPLOS DE CULTIVOS COM BIOFERTILIZANTES NO MUNDO



Suécia



[https://sswm.info/water-nutrient-cycle/reuse-and-recharge/hardwares/reuse-urine-and-faeces-agriculture/urine-fertilisation-\(large-scale\)](https://sswm.info/water-nutrient-cycle/reuse-and-recharge/hardwares/reuse-urine-and-faeces-agriculture/urine-fertilisation-(large-scale))

EXEMPLOS DE CULTIVOS COM BIOFERTILIZANTES NO MUNDO



Repolho



Berinjela



Alface

CÁLCULO DE APLICAÇÃO



Alface

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul

MANUAL DE CALAGEM E ADUBAÇÃO

PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA



Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC
2016

6.3.3 – ALFACE, ALMEIRÃO, CHICÓRIA, RÚCULA e SALSA

Nitrogênio

Teor de matéria orgânica no solo	Nitrogênio
%	kg de N/ha
≤ 2,5	180
2,6 – 5,0	140
> 5,0	≤100

A recomendação de N no plantio é aplicar 20 kg de N/ha devendo ser realizada, preferencialmente, através de fontes orgânicas.

Fósforo e Potássio

Interpretação do teor de P ou K no solo	Fósforo kg de P ₂ O ₅ /ha	Potássio kg de K ₂ O/ha
Muito Baixo	240	240
Baixo	160	180
Médio	120	150
Alto	80	120
Muito Alto	≤40	≤90

CÁLCULO DE APLICAÇÃO



Quantidade recomendada para a cultura (tirada do Manual) (kg/ha)

Quantidade de biofertilizante a ser aplicado (kg/ha)

$$A = \frac{QD \times 100}{C \times D}$$

Concentração do nutriente no biofertilizante (%)

Índice de eficiência do biofertilizante (tirado do Manual)

Biofertilizante	Nutriente limitante	Índice de eficiência
Urina estabilizada	Nitrogênio	1,0
Estruvita	Fósforo	0,4
Fezes com ureia	Fósforo	0,8
Fezes co-compostadas	Fósforo	0,8

Importante não aplicar quantidade superior ao recomendado para a cultura para evitar contaminação ambiental – porque os nutrientes em excesso no solo podem ser levados pela chuva e afetar rios, lagos e também o lençol freático

RECOMENDAÇÕES EM GUIAS PRÁTICOS



- Intervalo de 1 mês entre a última aplicação e a colheita
- Após a aplicação, revolver o solo para evitar perdas de nutrientes e contaminação de pessoas e animais
- Sempre utilizar equipamento de proteção: lembrar que é um material potencialmente infeccioso – utilizar luvas e lavar bem as mãos





RECOMENDAÇÕES URINA



- Cálculo em função do nitrogênio
- Estimado entre 3 e 7 gramas de nitrogênio por litro
- Seguir a recomendação local para fertilizante químico
- Aplicação: pura ou diluída (1:10)
- Aplicação próxima ao solo, sem molhar as folhas e revolver o solo para evitar perdas de nitrogênio
- Em locais e estações de muita chuva: pode dividir a quantidade de urina em 3 ou mais aplicações, para diminuir perdas de nutrientes



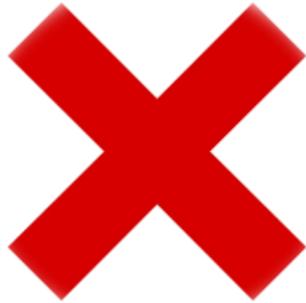
RECOMENDAÇÕES FEZES



- Cálculo em função do fósforo
- Seguir a recomendação local para fertilizante químico
- Intervalo mínimo de 1 mês entre a última aplicação e a colheita, ideal aguardar mais tempo
- Incorporar bem o biofertilizante de fezes no solo para evitar contaminação de pessoas e animais



CONAMA 375/2006



- Pastagens;
- Olerícolas;
- Tubérculos e raízes;
- Culturas inundadas;
- Culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.



- 24 meses para pastagem;
- 48 meses para olerícolas, tubérculos, raízes; culturas inundáveis e culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo



CONAMA 375/2006



- Unidades de conservação, com exceção das Áreas de Proteção Ambiental-APA;
- Área de Preservação Permanente-APP;
- Áreas de Proteção aos Mananciais-APMs;
- Num raio mínimo de 100 m de poços rasos e residências;
- Áreas com grande declividade (>10%-25%);
- Áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja inferior a 1,5 m na cota mais baixa do terreno.

CONAMA 498/2020: LODO CLASSE A



- Produtos alimentícios que não têm contato com o solo;
- Produtos alimentícios que não são consumidos crus;
- Produtos não alimentícios.
- Florestas plantadas, recuperação de solos e de áreas degradadas.



- 30 dias antes do período de colheita para alimentos consumidos crus e/ou parte comestível tenha contato com o solo:
- 30 dias antes do período de colheita para pastagens e Forrageiras:

CONAMA 498/2020: LODO CLASSE B



- Cultivo de café;
- Culturas para produção de fibras e óleos;
- Florestas plantadas, recuperação de solos e de áreas degradadas.



- Cultivo de produtos alimentícios que possam ser consumidos crus.



- 6 meses antes do cultivo de produtos alimentícios que possam ser consumidos crus;
- 2 meses antes do pastejo;
- 4 meses antes da colheita de pastagens e forrageiras;



LODO DE QUALQUER CLASSE

- Zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam respeitados as restrições e os cuidados de aplicação, bem como restrições previstas no Plano de Manejo, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade de conservação.

CONAMA 498/2020



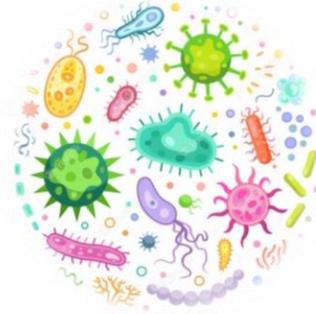
LODOS DE QUALQUER CLASSE

- **Áreas de Preservação Permanente – (APP);**
- **Área de Preservação de recursos hídricos.**

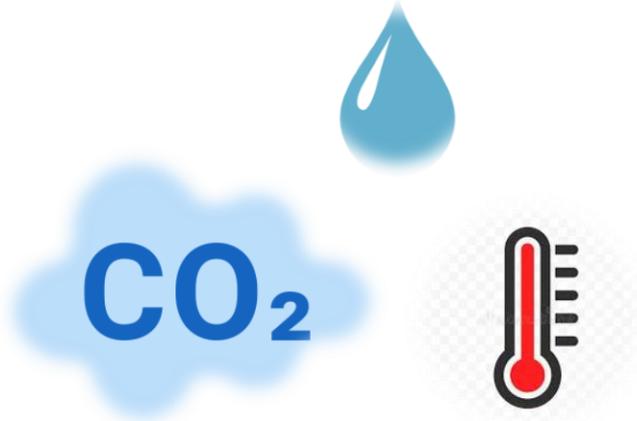
CULTIVO DE ALFACES COM BIOFERTILIZANTES



BIOFERTILIZANTE: FEZES CO-COMPOSTADAS

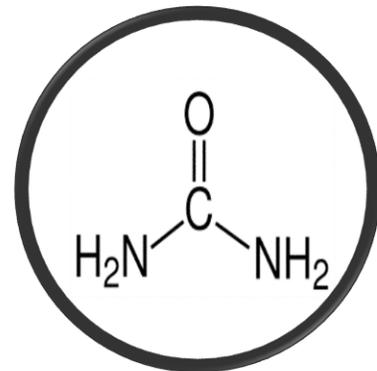
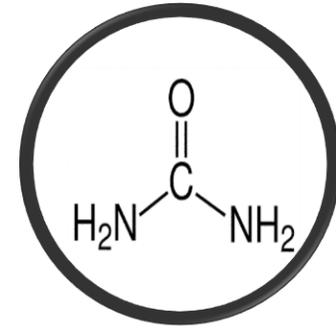


N 3,77%
P 5,3% (P₂O₅)
K 4,0% (K₂O)





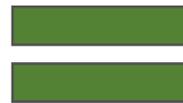
BIOFERTILIZANTE: FEZES TRATADAS COM UREIA



N 0,5%
P 2,2% (P₂O₅)
K 2,1% (K₂O)



BIOFERTILIZANTE: ESTRUVITA



N 5,2%

P 62,3% (P_2O_5)

K 6,4 % (K_2O)

BIOFERTILIZANTE: URINA ESTOCADA



Estocagem
por no
mínimo 6
meses



N 0,7%

P 0,1% (P_2O_5)

K 0,2 % (K_2O)



Fosfato monoamônico ou MAP - 10% de N 50% de P_2O_5

Fosfato diamônico ou DAP - 16% de N 40% de P_2O_5

Superfosfato simples - 16 a 18% de P_2O_5

Superfosfato triplo - 41% de P_2O_5

BIOFERTILIZANTE: FEZES CO-COMPOSTADAS



1º ciclo de cultivo



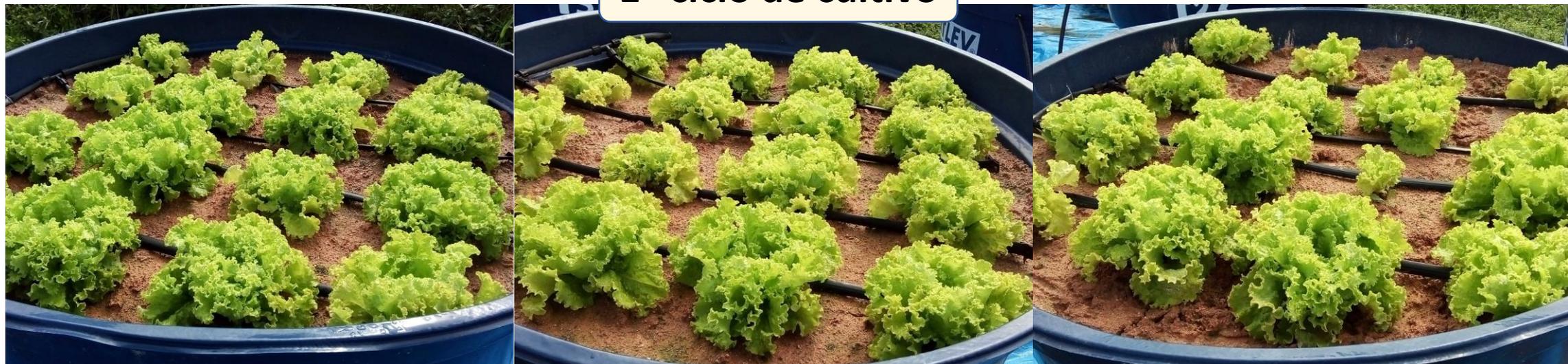
2º ciclo de cultivo



BIOFERTILIZANTE: FEZES TRATADAS COM UREIA



1º ciclo de cultivo



2º ciclo de cultivo



BIOFERTILIZANTE: ESTRUVITA



1º ciclo de cultivo



2º ciclo de cultivo



BIOFERTILIZANTE: URINA ESTOCADA



1º ciclo de cultivo: 3 aplicações de urina



2º ciclo de cultivo: 12 aplicações de urina



URINA x FERTILIZANTE QUÍMICO



Urina estocada



Fertilizante químico

SUGESTÃO DE USO



Início do cultivo:

- Fezes tratadas com ureia
- Fezes co-compostadas com resíduos orgânicos
- Estruvita

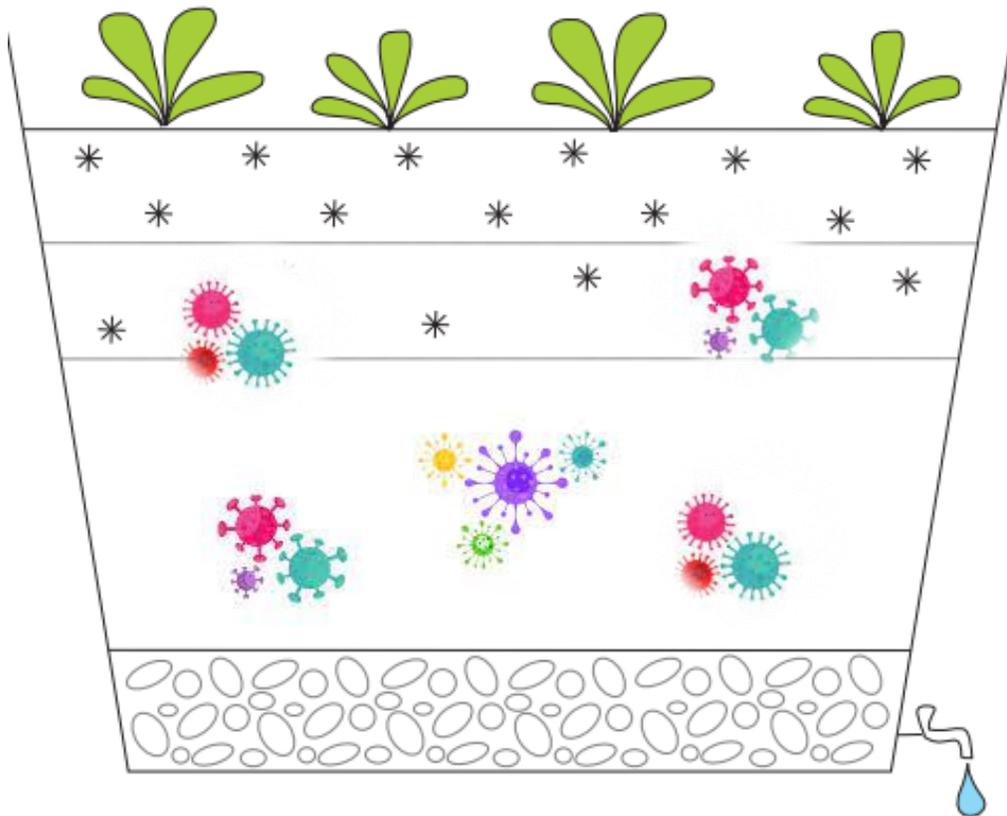


Ao longo do cultivo:

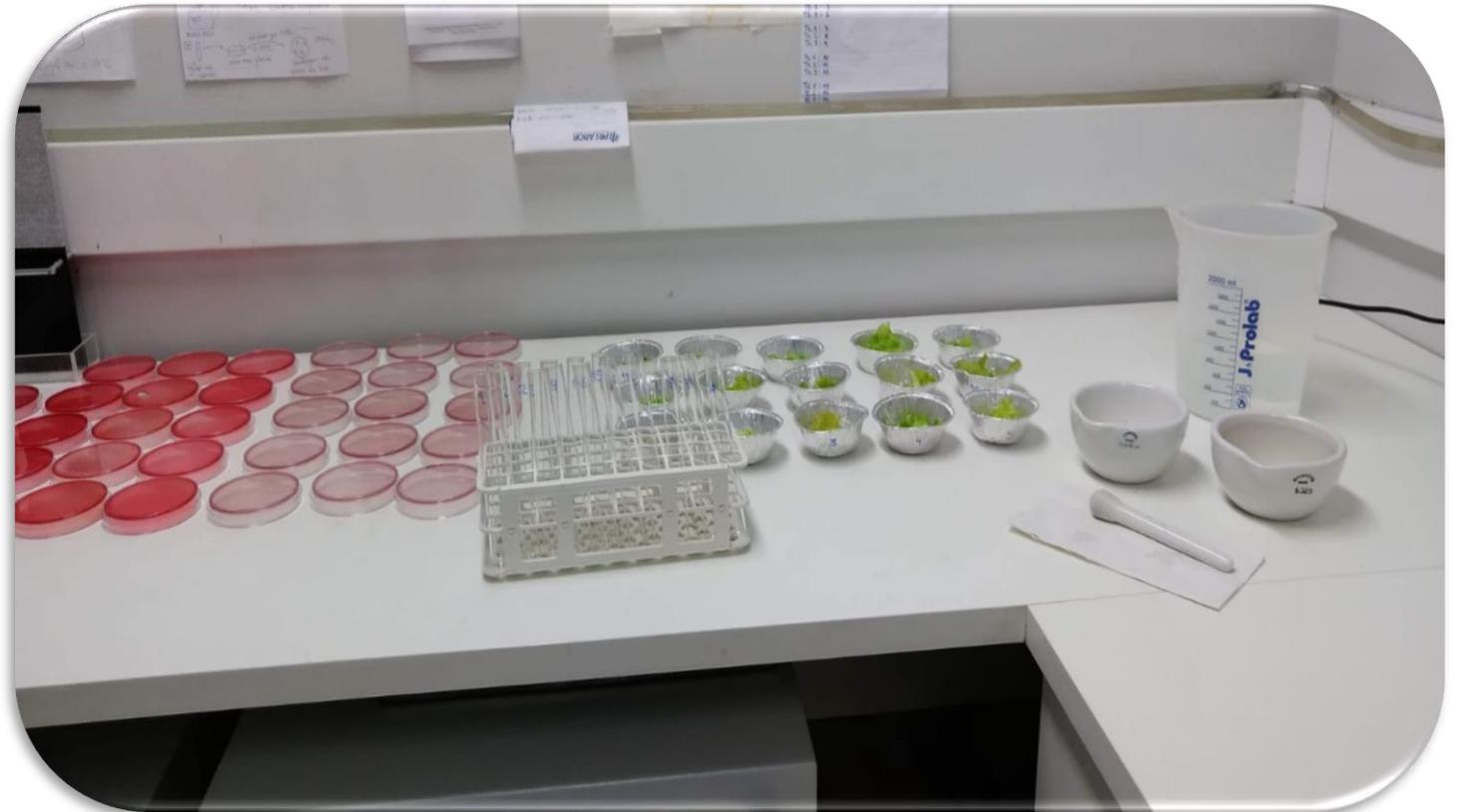
- Urina estocada para suprir a quantidade de nitrogênio

Importante respeitar a recomendação de 1 mês entre a fertilização e a colheita para evitar contaminação por patógenos

CONTAMINAÇÃO DO SOLO: VÍRUS



OS VÍRUS PODEM PERMANECER NO SOLO POR PERÍODOS MAIS LONGOS QUE AS BACTÉRIAS SENDO ENCONTRADOS NO SOLO ATÉ 120 DIAS APÓS O PLANTIO.



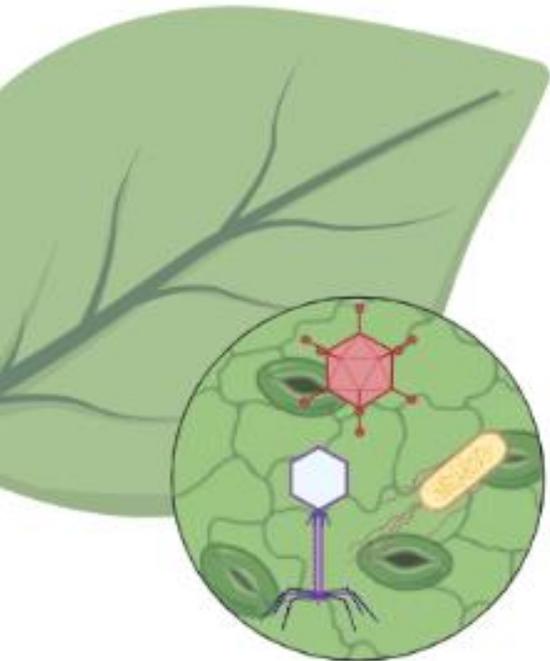
CONTAMINAÇÃO NAS FOLHAS DA ALFACE



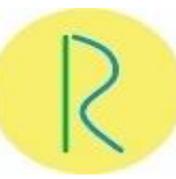
E. COLI

BIOFERTILIZANTE	Lavagem com água da torneira	Água da torneira + enxágue em água sanitária (10%) 20s
Fezes tratadas com ureia	Não detectado	Não detectado
Fezes co-compostadas	21 colônias	5 colônias
Urina	Não detectado	Não detectado
Estruvita	172 colônias	2 colônias

SALMONELLA: NÃO DETECTADA



EXPERIMENTO DE INTERNALIZAÇÃO DE PATÓGENOS DURANTE O CULTIVO DE ALFACE



1ª SEMANA



2ª SEMANA



3ª SEMANA



4ª SEMANA



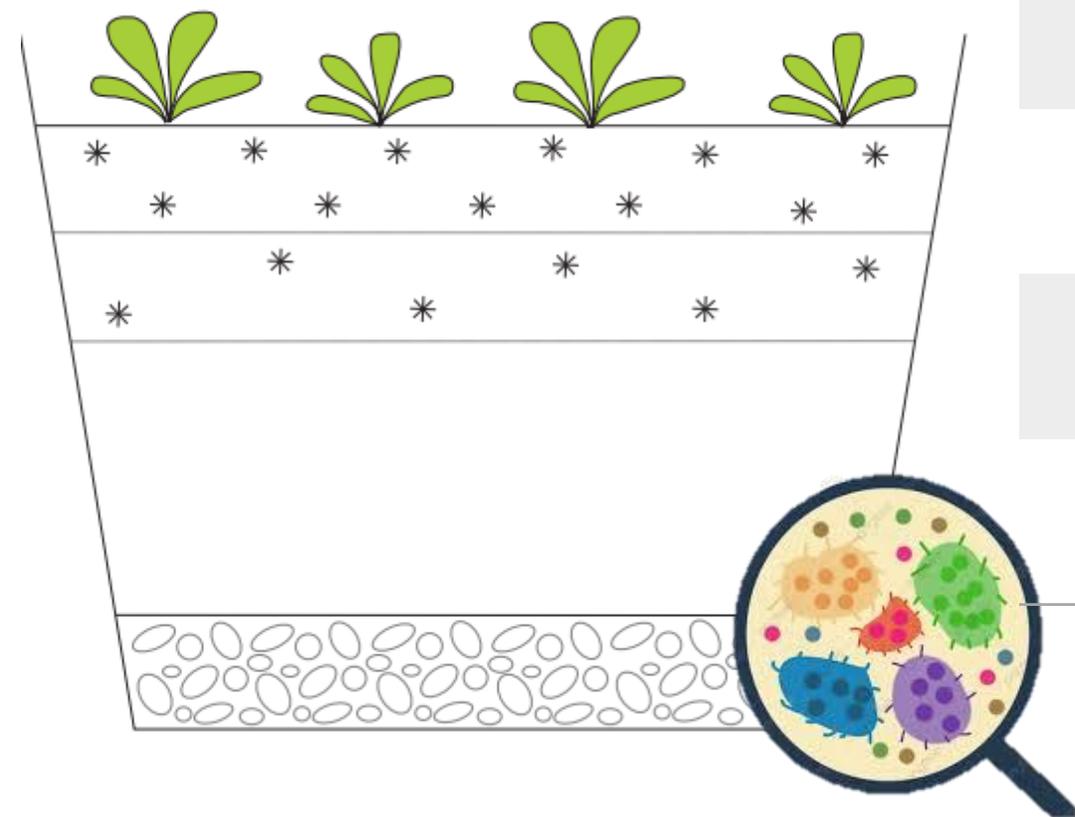
5ª SEMANA



6ª SEMANA



CONTAMINAÇÃO DO SOLO: E. COLI



TEMPO ATÉ A INATIVAÇÃO

Concentrações	90%	99,99%
C1: 10^6 3,4 milhões de organismos	9,4 dias	38 dias
C2: 10^7 20 milhões de organismos	8,6 dias	34,6 dias
C3: 10^8 108 milhões de organismos	7,0 dias	28 dias



As folhas e as raízes eram lavadas com água em abundância. Após, passavam por um processo de desinfecção



INTERNALIZAÇÃO E. COLI NAS FOLHAS DA ALFACE



1ª SEMANA:

Foram encontradas 2 colônias na C2 e 15 colônias na C3



2ª SEMANA:

Não detectado para nenhuma concentração



3ª SEMANA:

2 colônias apenas na concentração mais alta



4ª SEMANA:

2 colônias para a C2(7logs)



5ª SEMANA:

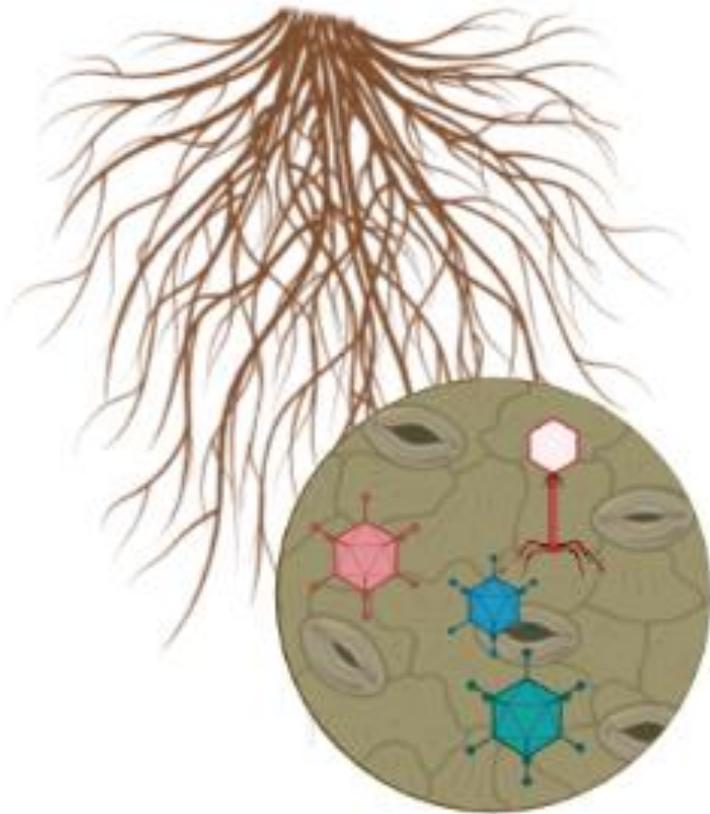
Não detectado para nenhuma concentração



6ª SEMANA:

Não detectado para nenhuma concentração

INTERNALIZAÇÃO ADENOVIRUS NAS RAÍZES DA ALFACE



Concentração

C1: 10^4

12 mil organismos

C2: 10^4

28 mil organismos

C3: 10^5

820 mil organismos

A contaminação se manteve na ordem de 2 a 4 colônias da primeira até a quinta semana para as duas concentrações mais altas (C2 E C3)



RECOMENDAÇÕES DE APLICAÇÃO DE FEZES CO-COMPOSTADAS E FEZES TRATADAS COM UREIA



Considerando um canteiro de 2 m²



Considerando o solo como argissolo com teor médio de fósforo no solo (8,1-12 mg/dm³)

Exemplo de adubação

Espécie	Composto	Fezes com ureia
Abacate	503 g	1,2 kg
Bananeira	252 g	631 g
Caquizeiro	189 g	473 g
Citros	503 g	1,2 kg
Figueira	817 g	2,05 kg
Macieira	440 g	1,1 kg
Maracujazeiro	189 g	473 g
Noz Pecã	817 g	2,05 kg
Pessequeiro e Nectarina	189 g	473 g

RECOMENDAÇÕES GERAIS DE SEGURANÇA NO USO DE BIOFERTILIZANTES



Usar luvas durante a manipulação e plantio;



Incorporar no solo para diminuir carreação de partículas e contato acidental;

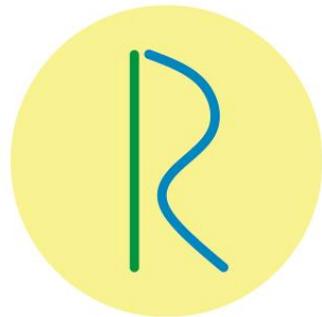
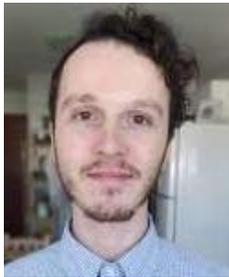


Conservar o biofertilizante fechado e longe da exposição à luz solar direta e umidade;



Respeitar as restrições de uso e tempo de aplicação.

Muito obrigada!



Grupo de Pesquisa
Recuperação de Recursos
em Sistemas de Saneamento

