

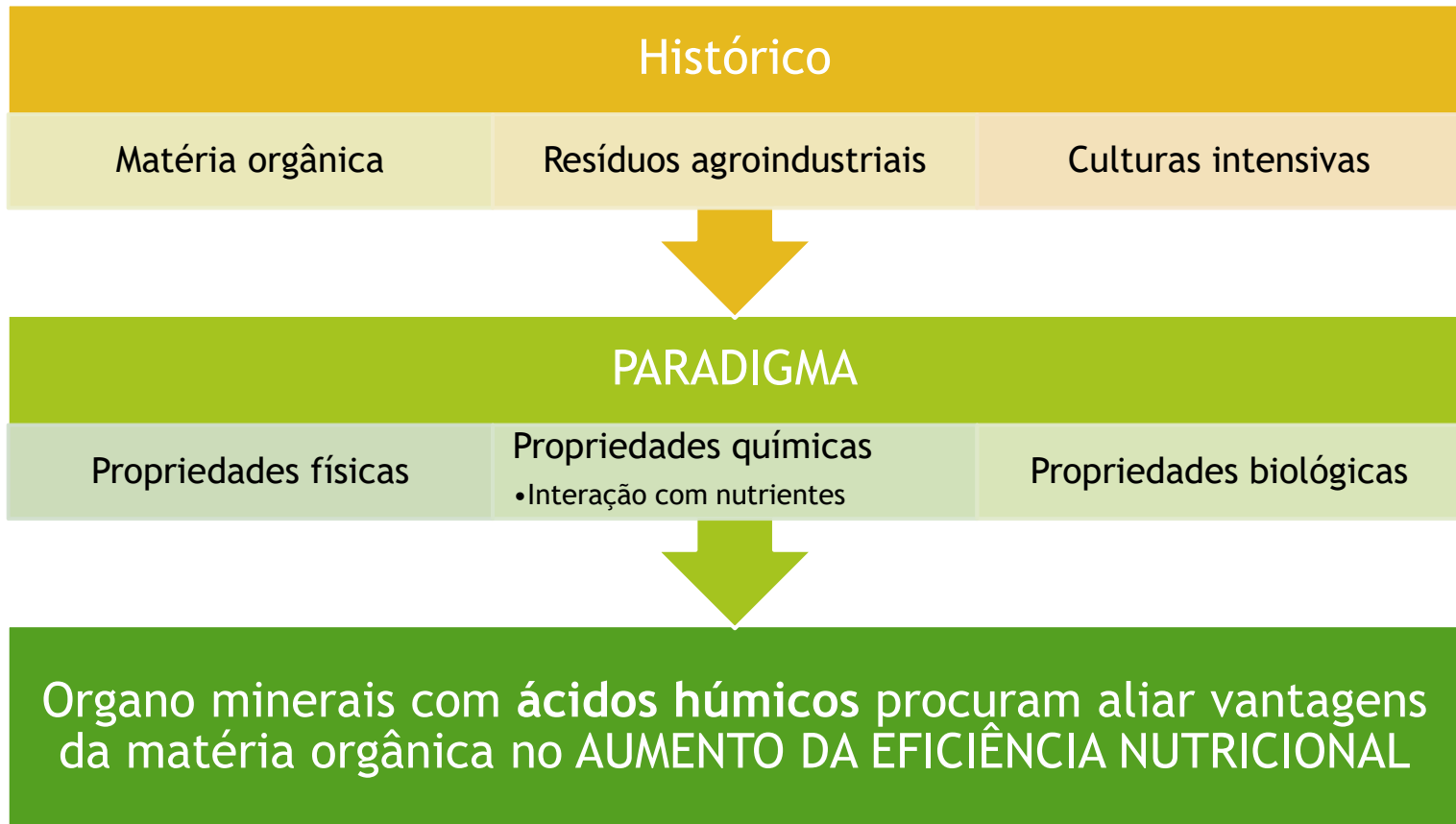


FERTILIZANTES ORGANO MINERAIS: AVANÇOS E PERSPECTIVAS

Prof. Dr. Edgar G. F. de Beauclair
Departamento de Produção Vegetal - ESALQ / USP



INTRODUÇÃO



Níveis hierárquicos da produtividade

Fatores definidores:

- * CO₂
- * Radiação Solar
- * Temperatura
- * Genética



Potencial

Fatores definidores

+

Fatores limitantes:

- * Disponibilidade hídrica
- * Nitrogênio
- * Nutrição e fertilidade
- **Solo



Limitada

Fatores definidores

+

Fatores limitantes

+

Fatores redutores:

- * Pragas e doenças
- * Ervas daninhas
- * Elementos tóxicos e poluentes

**Solo



Atual

Tratos culturais



**POTENCIAL
DE
PRODUÇÃO
> 350 T**



FATOR LIMITANTE: NITROGÊNIO

- ▶ Atualmente o maior problema na nutrição
 - ▶ Altas quantidades necessárias
 - ▶ Altos custos!
 - ▶ t/ha de 3 dígitos ou \$/ha de 5 dígitos?
 - ▶ TIR
 - ▶ Baixas eficiências agronômicas das fontes minerais
 - ▶ Alto consumo energético
 - ▶ Ciclo complexo no ambiente

NITROGÊNIO NA CANA



Época de maior absorção ocorre no mínimo mais de 60 dias após plantio ou corte anterior



Fertilizantes minerais, em especial a ureia, tem baixa permanência no solo por esse período

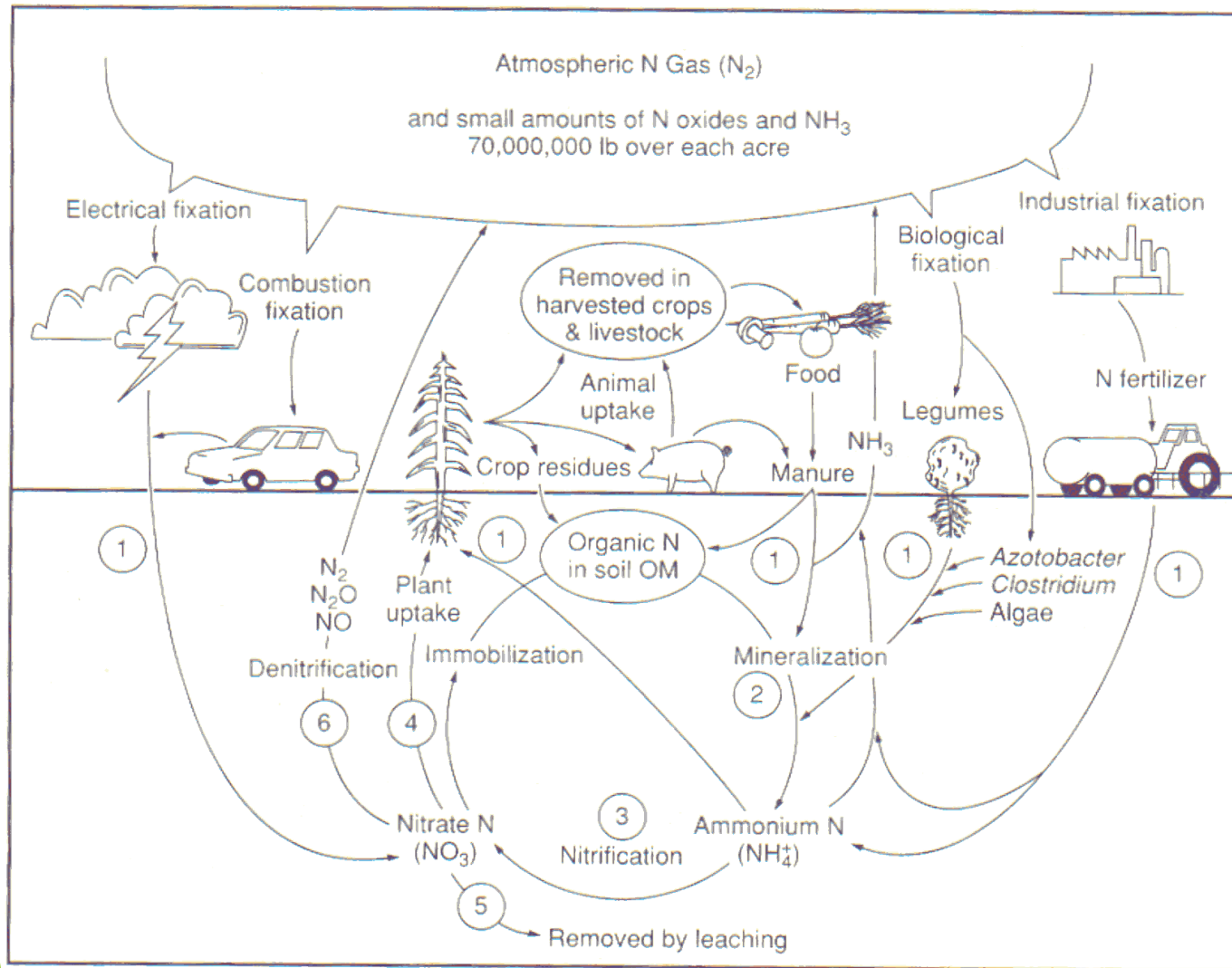


Formas oxidadas de N tem baixa absorção pela cultura

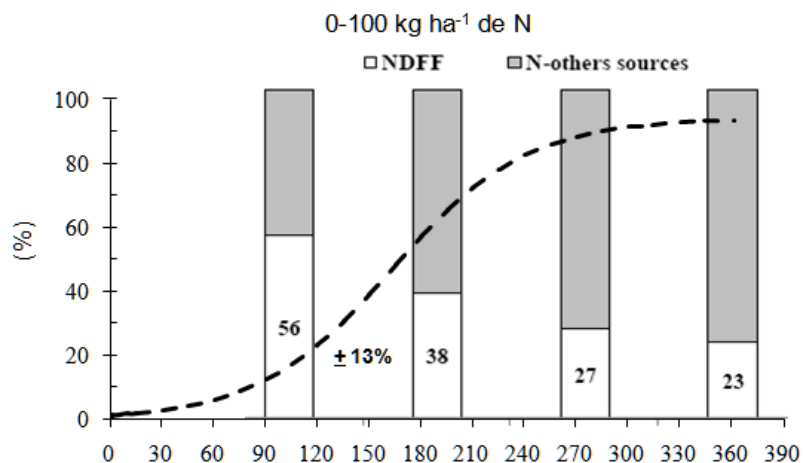


Fontes “internas” limitadas

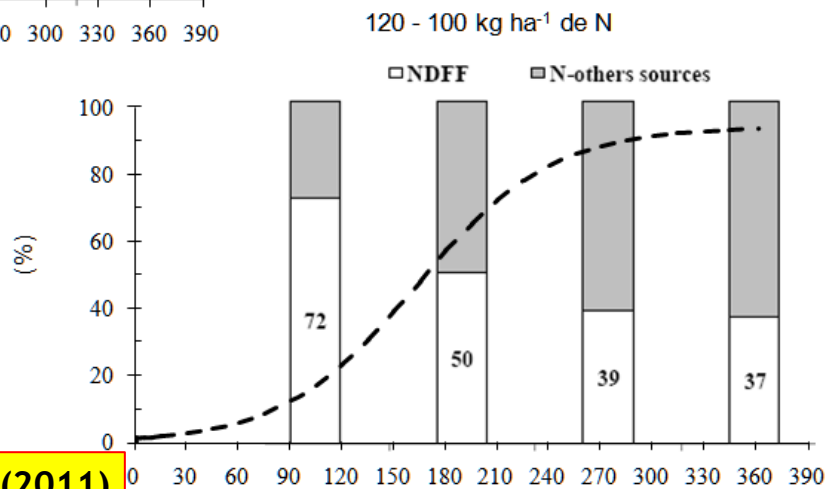
CICLO BIOGEOQUÍMICO DO N



RECUPERAÇÃO DE NITROGÊNIO PELA CANA SOCA



Cana Soca (LVAe)



Fonte: Franco et. al., (2011).

- PERDA DE NITROGÊNIO - APLICAÇÃO NÃO ADEQUADA DE UREIA



UREIA SOBRE PALHA



UREIA MAL INCORPORADA
SULCO ABERTO

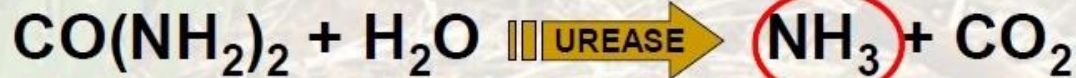
Perdas na Palha

Fertilização com uréia - Volatilização

NH_3 SOLO

Aplicação Superficial

Até 60%



Necessário incorporação – dificuldade pela palha

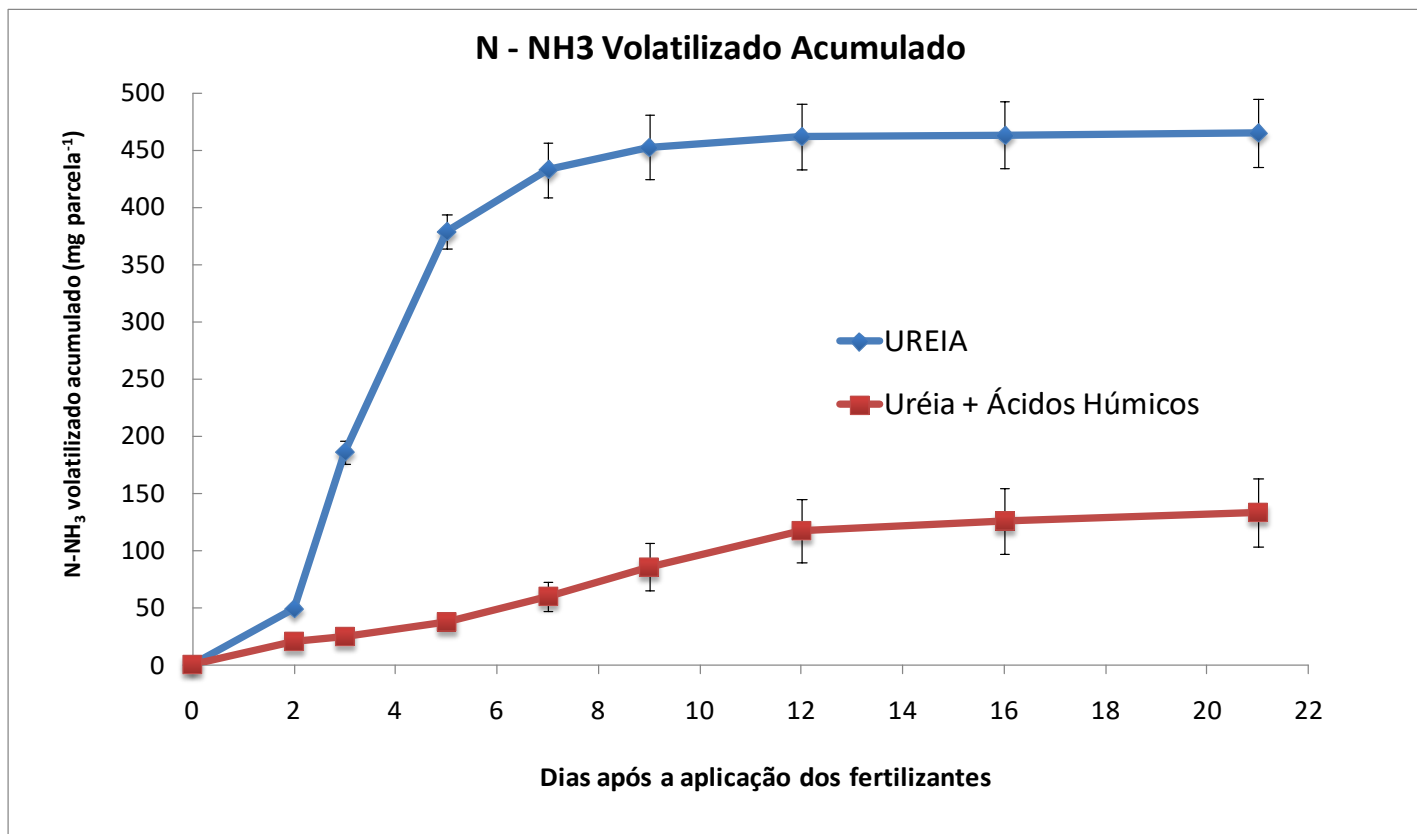
Perdas na Palha

Fertilização com uréia – cana crua

UREASE

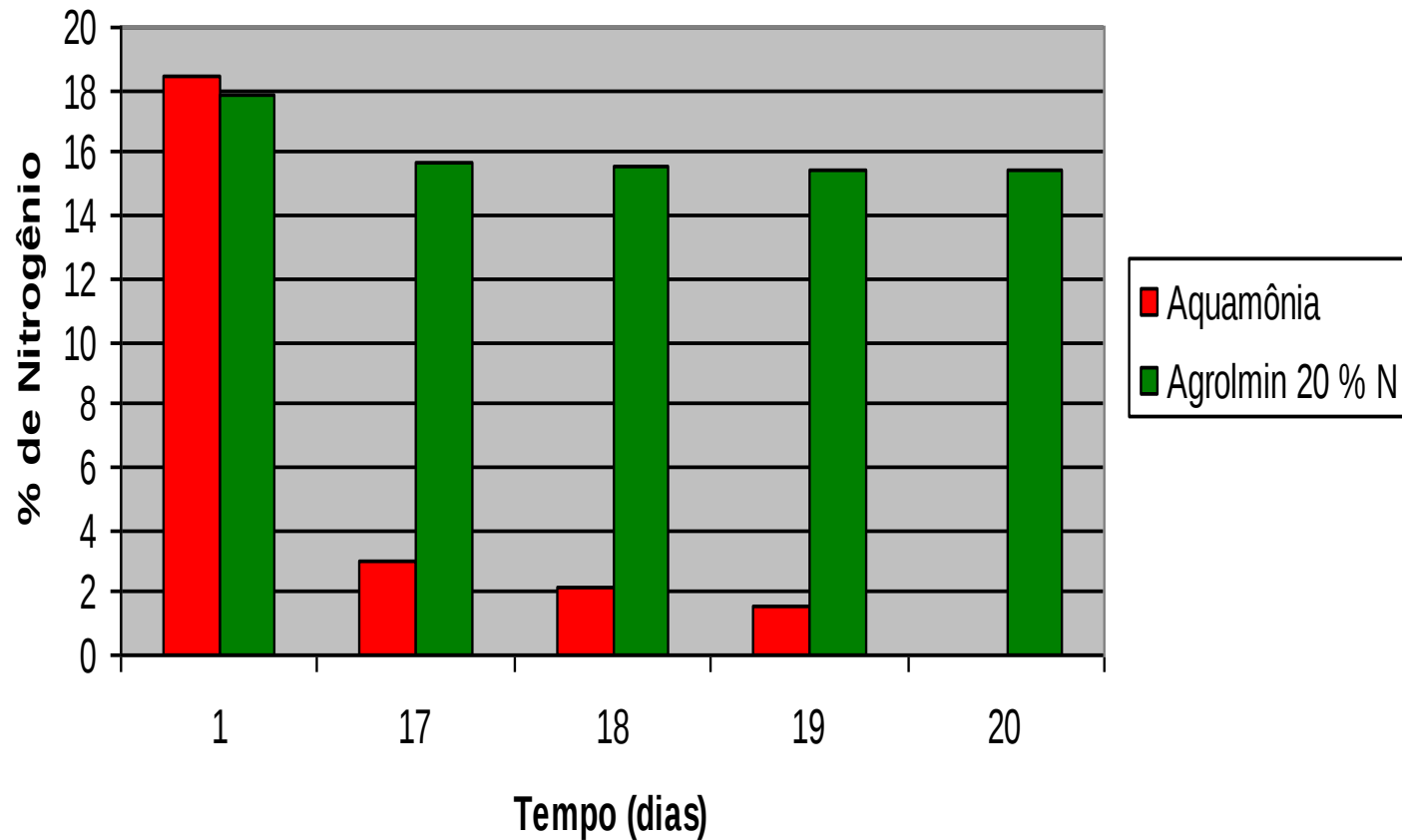


DIMINUIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA URÉIA COMO FONTE DE N



N-NH₃ volatilizado acumulado proveniente da aplicação de fertilizante nitrogenado em palhada de cana de açúcar e estimado pelo coletor. As barras verticais indicam desvios padrões das médias.

Redução da Volatilização de Nitrogênio



VIEIRA, 2005.

Natureza da matéria orgânica



Grupos químicos predominantes



Influencia a qualidade do organo mineral



Ação em diferentes propriedades do solo



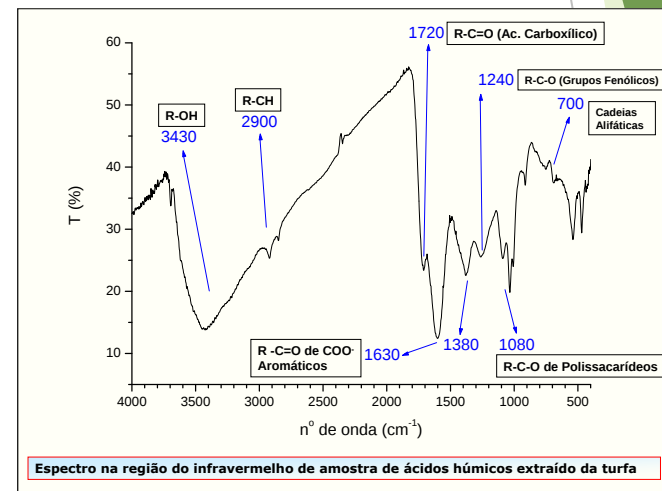
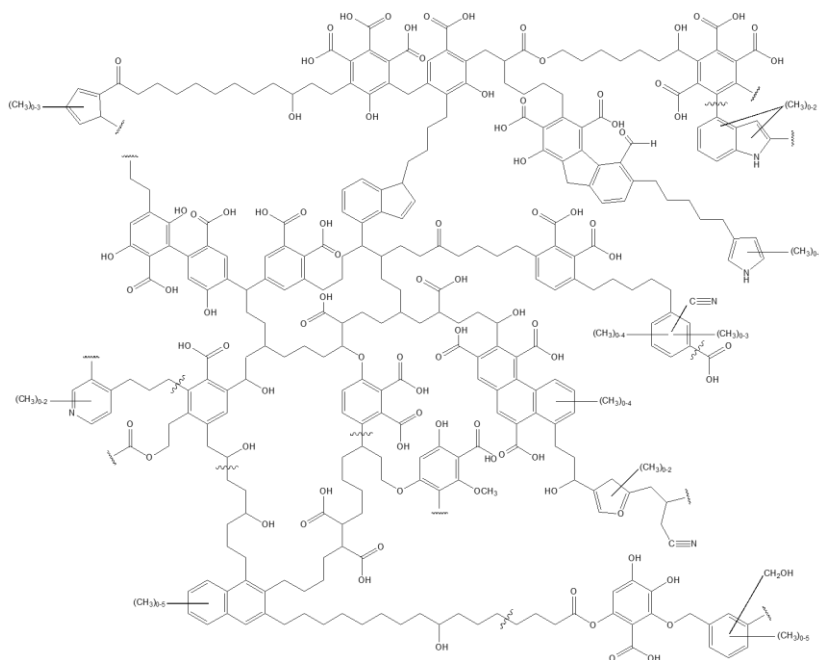
Ação na planta

PARADIGMA - absorção



Ácidos húmicos

ÁCIDOS HÚMICOS DE ORIGEM TURFA



Fonte: Matias, 2010

Ácidos húmicos - prerrogativas

- ▶ Sistema cíclico com pelo menos **UMA** dupla ligação no anel
- ▶ Cadeia lateral com grupamento carboxílico (-COOH) ou grupamento convertido a carbonilo (-COON)
- ▶ Pelo menos **UM** C entre carboxílico e anel
- ▶ Relação espacial entre grupo carboxílico e anel
- ▶ Forte carga negativa à 5,5 angstroms e fraca carga positiva

Fonte: CASTRO et al. 2005

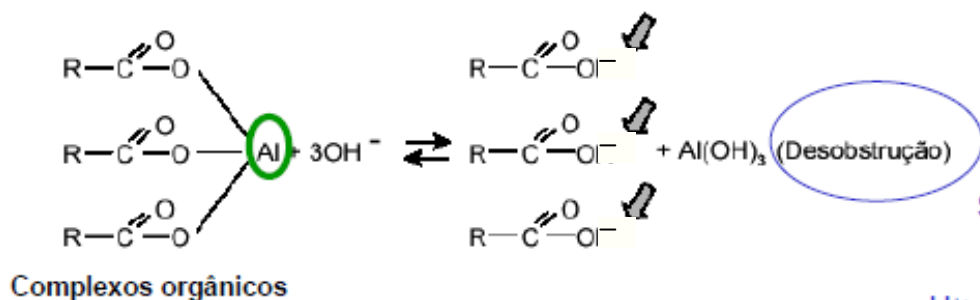
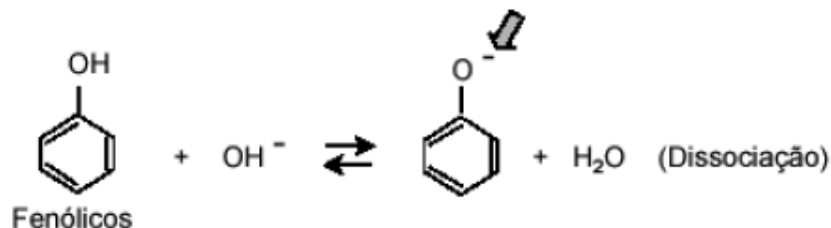
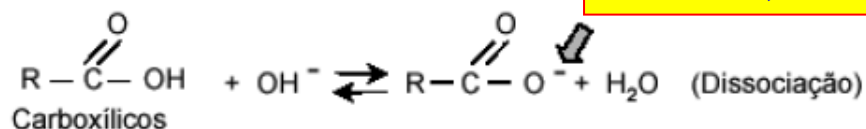
Ação no solo dos ácidos húmicos

- ▶ INTIMAMENTE RELACIONADA COM AÇÃO DA **MATÉRIA ORGÂNICA** NO SOLO
- ▶ INTERAÇÃO COM A MICROBIOTA DO SOLO DE FORMA COMPLEXA E POUCO COMPREENDIDA
- ▶ ESTIMULA AÇÃO COM MICORRIZAS E BACTÉRIAS FIXADORAS DE N (VIDA LIVRE)

Ação de ácidos orgânicos no solo

Ca^{2+} , Mg^{2+} ,
 NH_4^+ , K^+

► Geração de carga:



Série preferencial de troca
(valência e grau de hidratação)

$\text{H}^+ > \text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+$

Elevação do pH

Ação na dinâmica do n

- ▶ Denitrificação - REDOX
- ▶ Equilíbrio $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$
- ▶ $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

Interação Nitrogênio e Ácidos Húmicos

■ Equilíbrio Químico

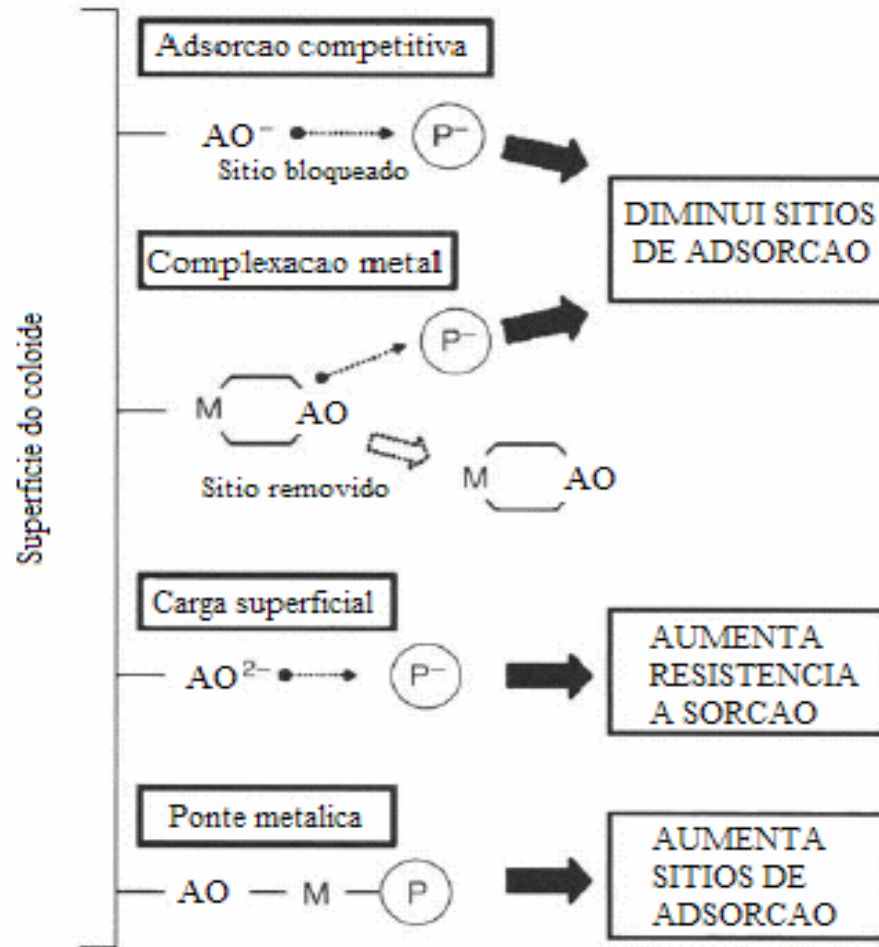


NITROGÊNIO
COMPLEXADO



ÁCIDOS HÚMICOS
+
 NH_4

Ação na dinâmica do p

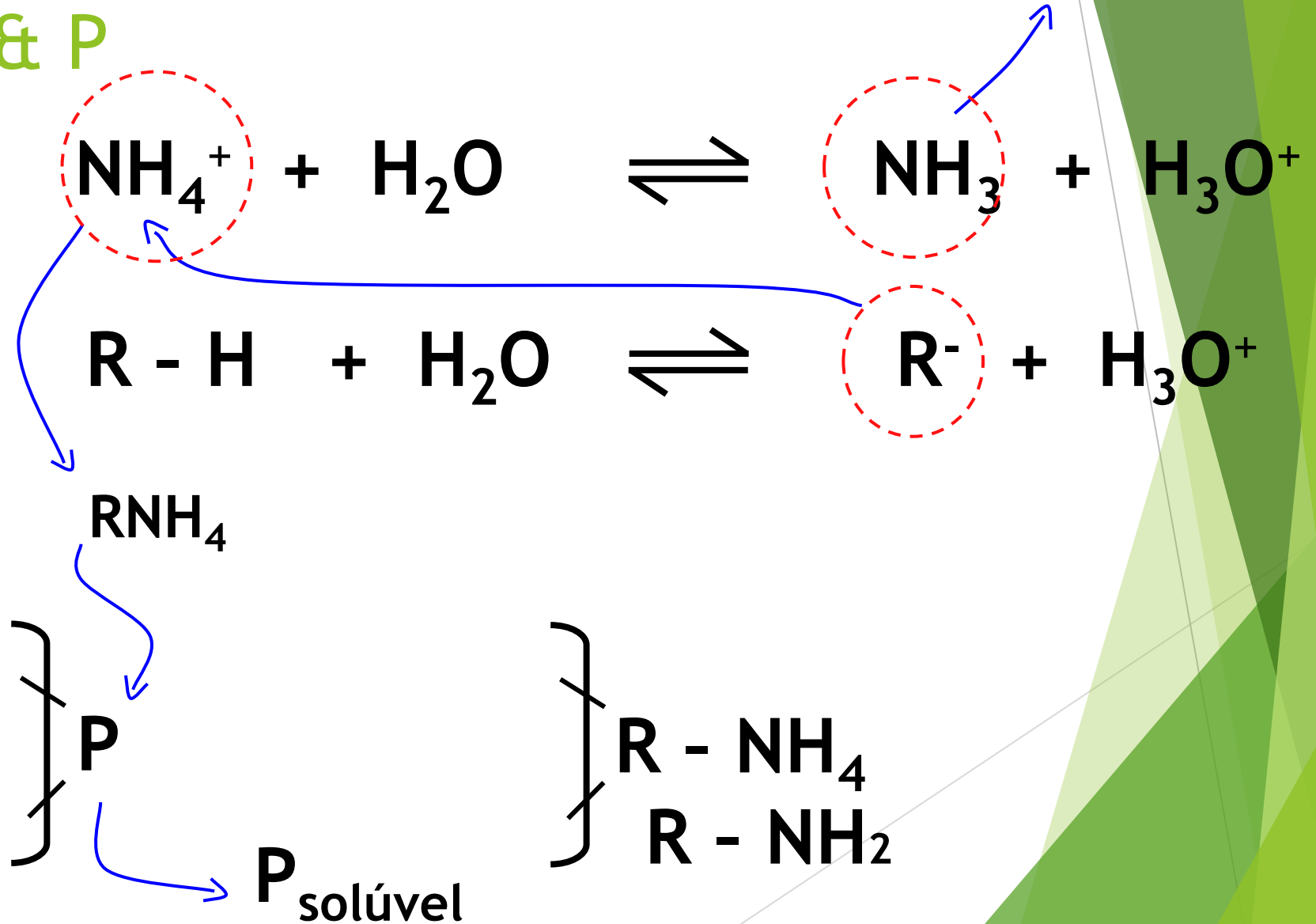


Fatores que afetam:

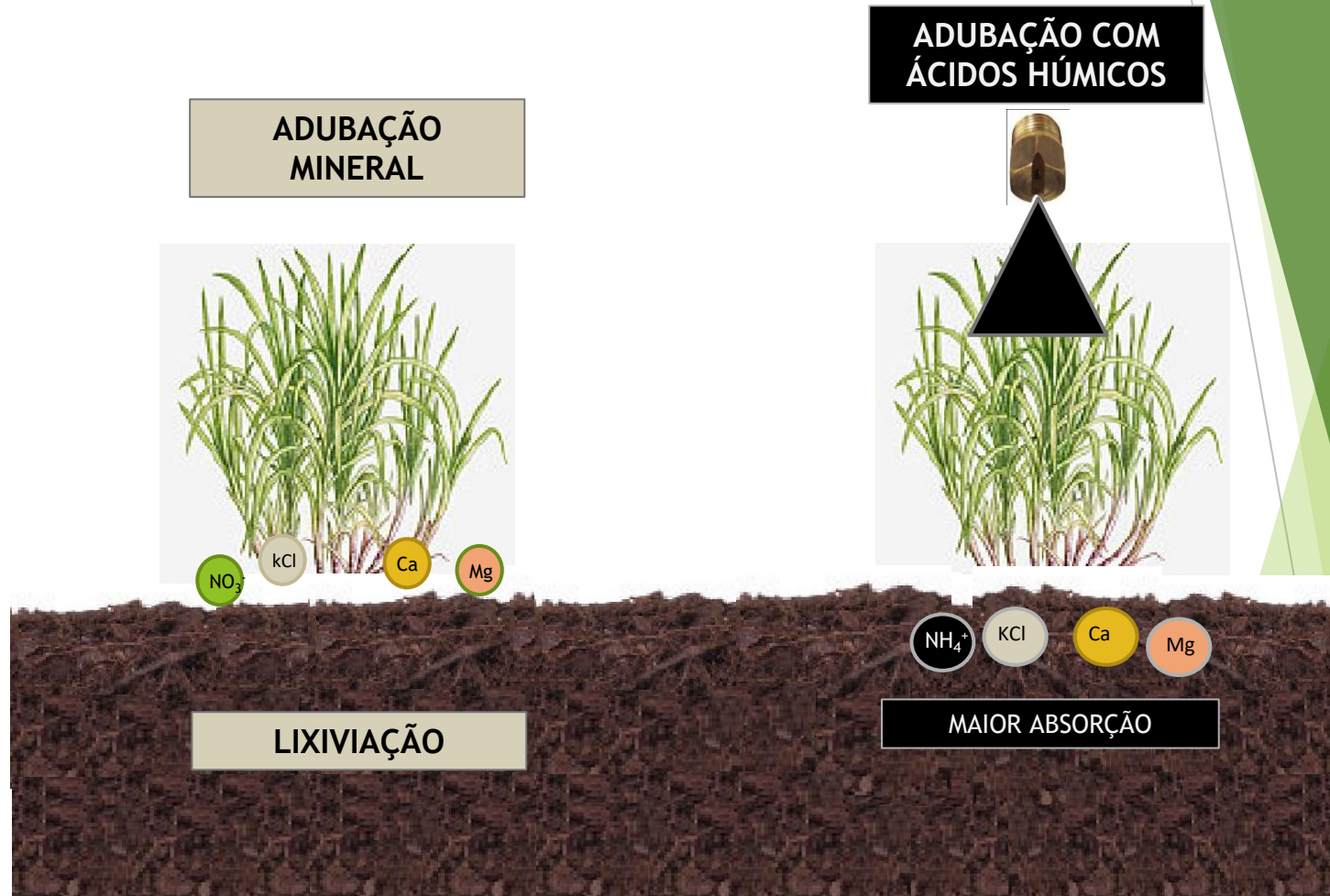
1. pH do solo.
2. Concentração e tipo de AO (ác. org.)
3. Capacidade de adsorção.
4. Persistência no solo.
5. Material adsorvente.

Competição entre ácidos orgânicos e fósforo, pelos sítios de adsorção no solo (adaptado de Guppy et al., 2005).

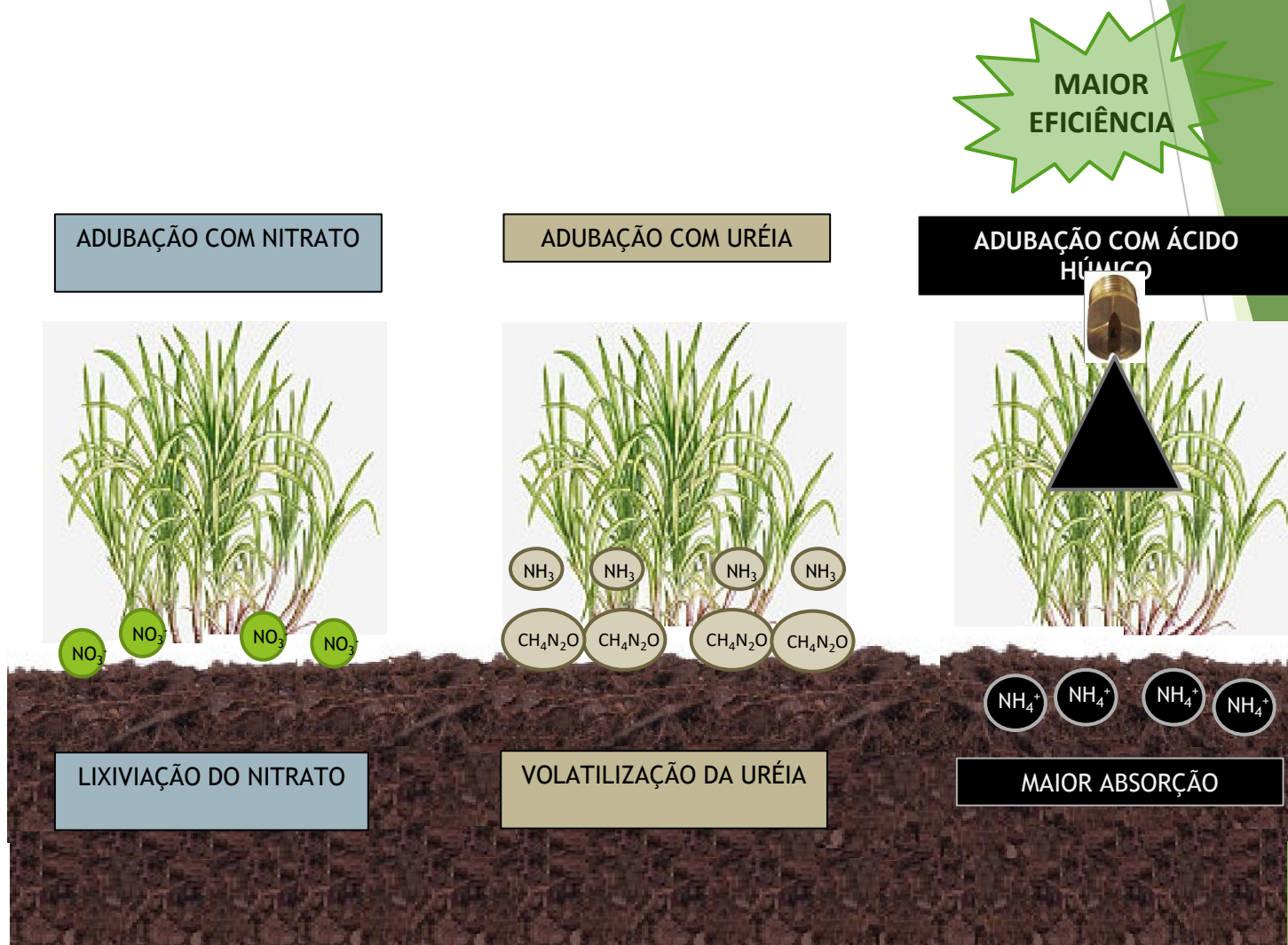
RESUMO DA AÇÃO NO SOLO: N & P



- **DIMINUIÇÃO DA LIXIVIAÇÃO (K, Mg, Ca, Cu, etc) = MAIOR EFICIÊNCIA**



RESUMO DO AUMENTO DA EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA



Ação na planta



Os resultados consistentemente indicam uma melhoria do “estado geral” da planta, em especial o ENRAIZAMENTO



A planta com vigor é menos suscetível a patógenos



Diferentes mecanismos atuando conjuntamente com grande interação



Atuam no transporte de açúcares



Expressão gênica

■ PROMOTOR CRESCIMENTO RADICULAR

Os ácidos húmicos formam subunidades ativas com propriedades auxínicas (efeito hormonal). As subunidades ativas (auxínicas) aumentam a atividade da enzima H^+ ATPases, aumentando o bombeamento de H^+ . O bombeamento de H^+ , para área externa das raízes acidifica a rizosfera. A acidificação da rizosfera pela enzima H^+ ATPase, promove o crescimento radicular principalmente das radículas

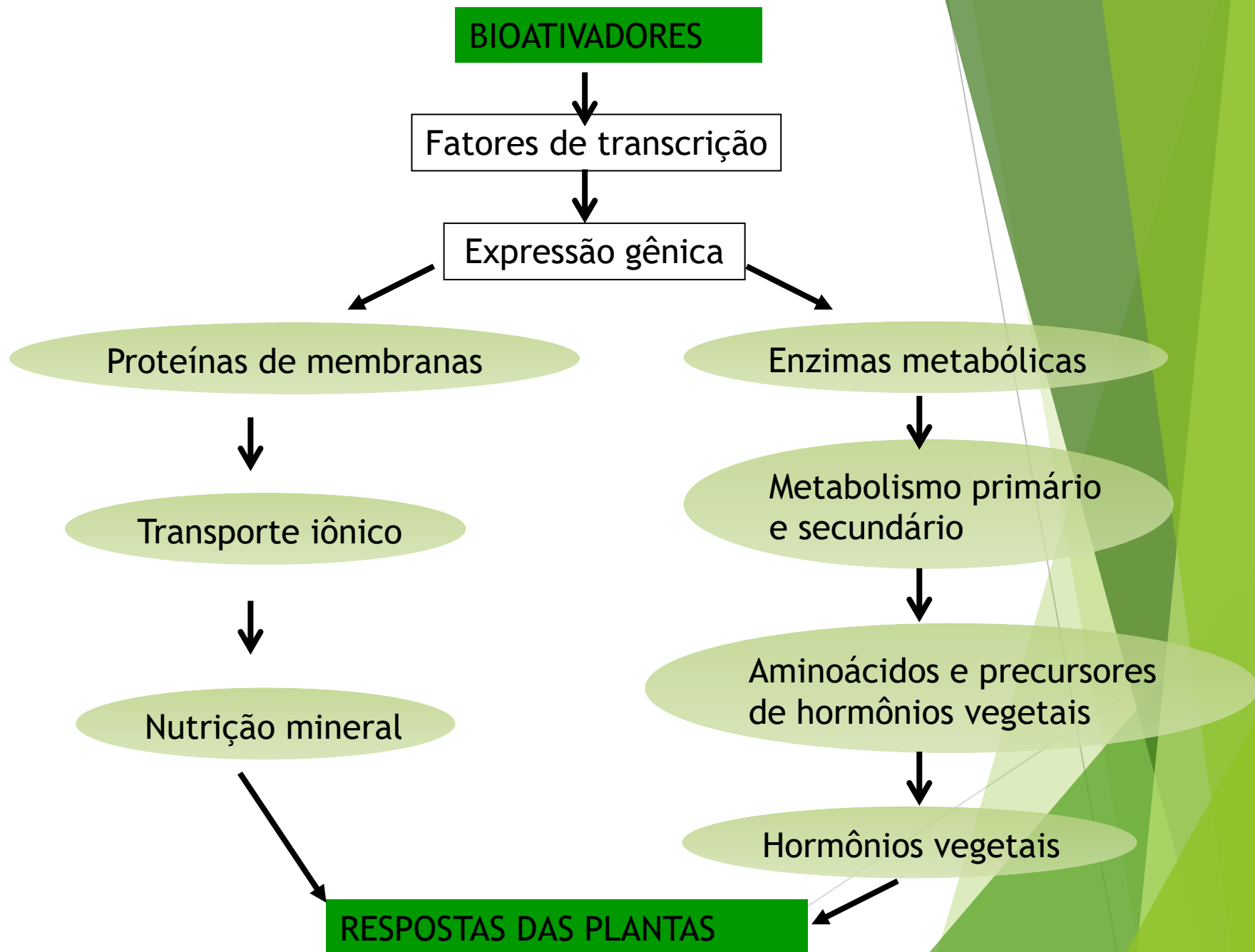


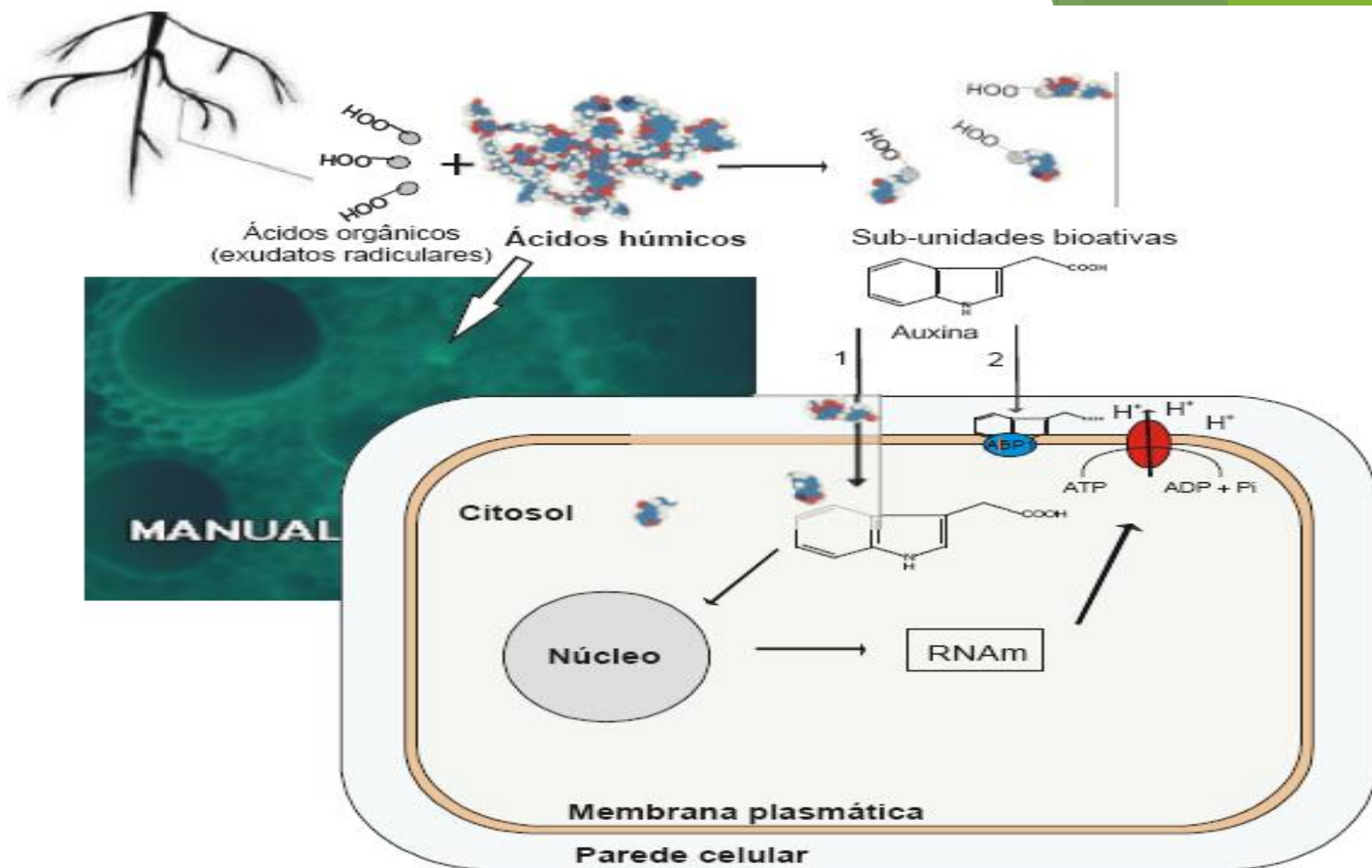
TESTEMUNHA



ÁCIDOS HÚMICOS







Interação de moléculas bioativas derivadas de ácidos húmicos (AH) com atividade auxínicas sobre a célula vegetal: O arranjo supra-estrutural dos AH pode ser rompido pelos ácidos orgânicos exsudados pelas raízes. Pequenas unidades estruturais portadoras de atividade hormonal como, por exemplo, substâncias do tipo auxinas, já foi observado que uma série de compostos orgânicos apresenta atividade similar à das auxinas. Fonte: Canellas (2005).

substâncias orgânicas absorvidas

- ▶ Herbicidas
- ▶ Maturadores
(bioestimulantes?)
- ▶ Inseticidas
(THIAMETHOXAM)
- ▶ A absorção de moléculas orgânicas segue um metabolismo de **ação diferente** daquele da absorção de nutrientes comum da nutrição mineral de plantas (bomba de prótons)



Controle



Produto com AH 6,25 g/vaso (14 dm³)

Fonte: Lazzarini, 2013.

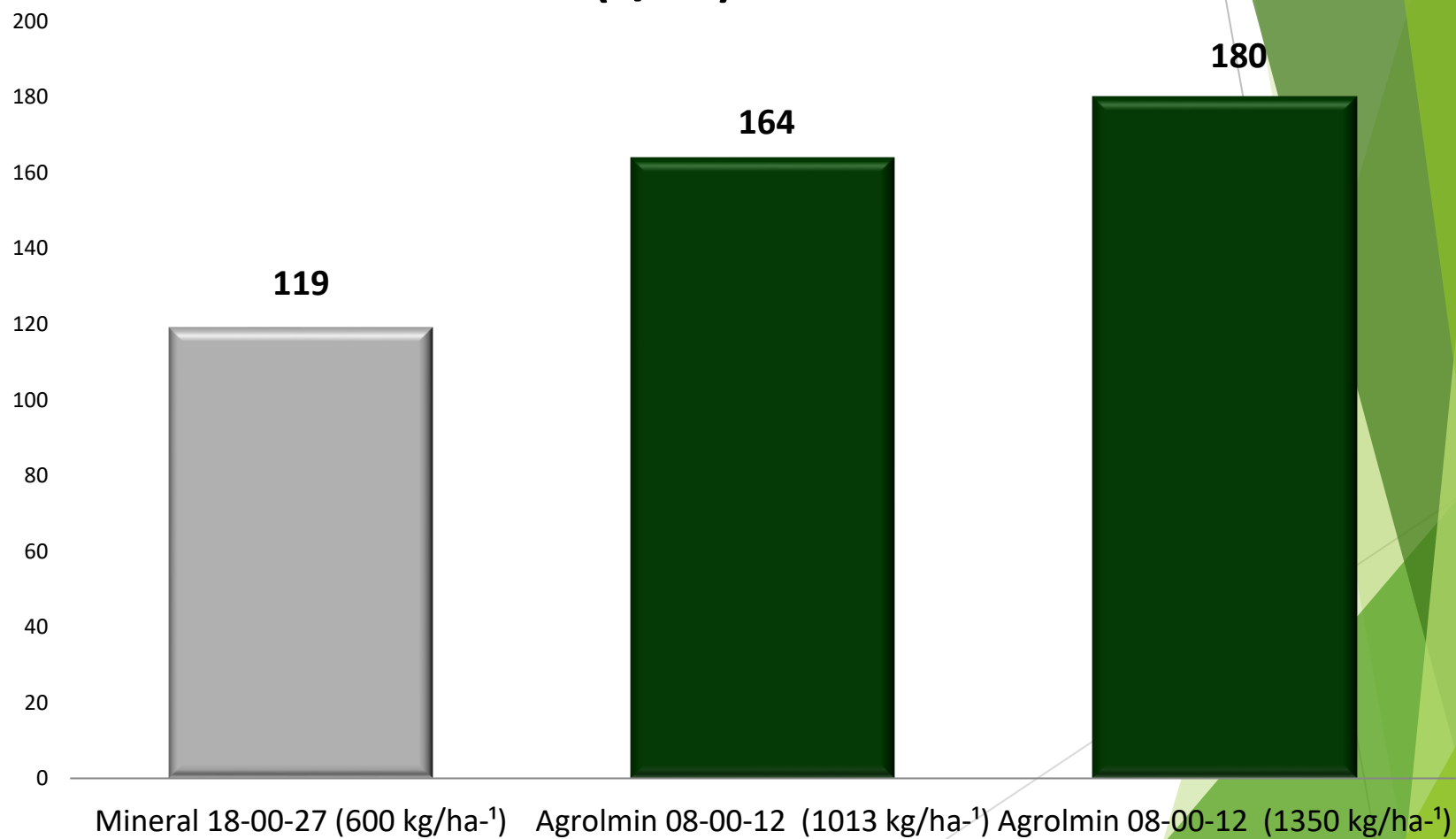


RESULTADOS COMPARATIVOS DOSE E INVESTIMENTO



RESULTADOS COMPARATIVOS DOSE E INVESTIMENTO

Produtividade (T/ha)



Ação no solo

INTIMAMENTE
RELACIONADA COM
AÇÃO DA MATÉRIA
ORGÂNICA NO
SOLO

- Ação coloidal - CTC e CTA
- Propriedades físico-químicas do solo

INTERAÇÃO COM A
MICROBIOTA DO
SOLO DE FORMA
COMPLEXA.

- **AÇÃO COM BACTÉRIAS FIXADORAS DE N**
 - Bactérias fixadoras interagem e necessitam de substrato até que a rizosfera esteja ativa
- Importância do **teor de C oxidável e ativo**

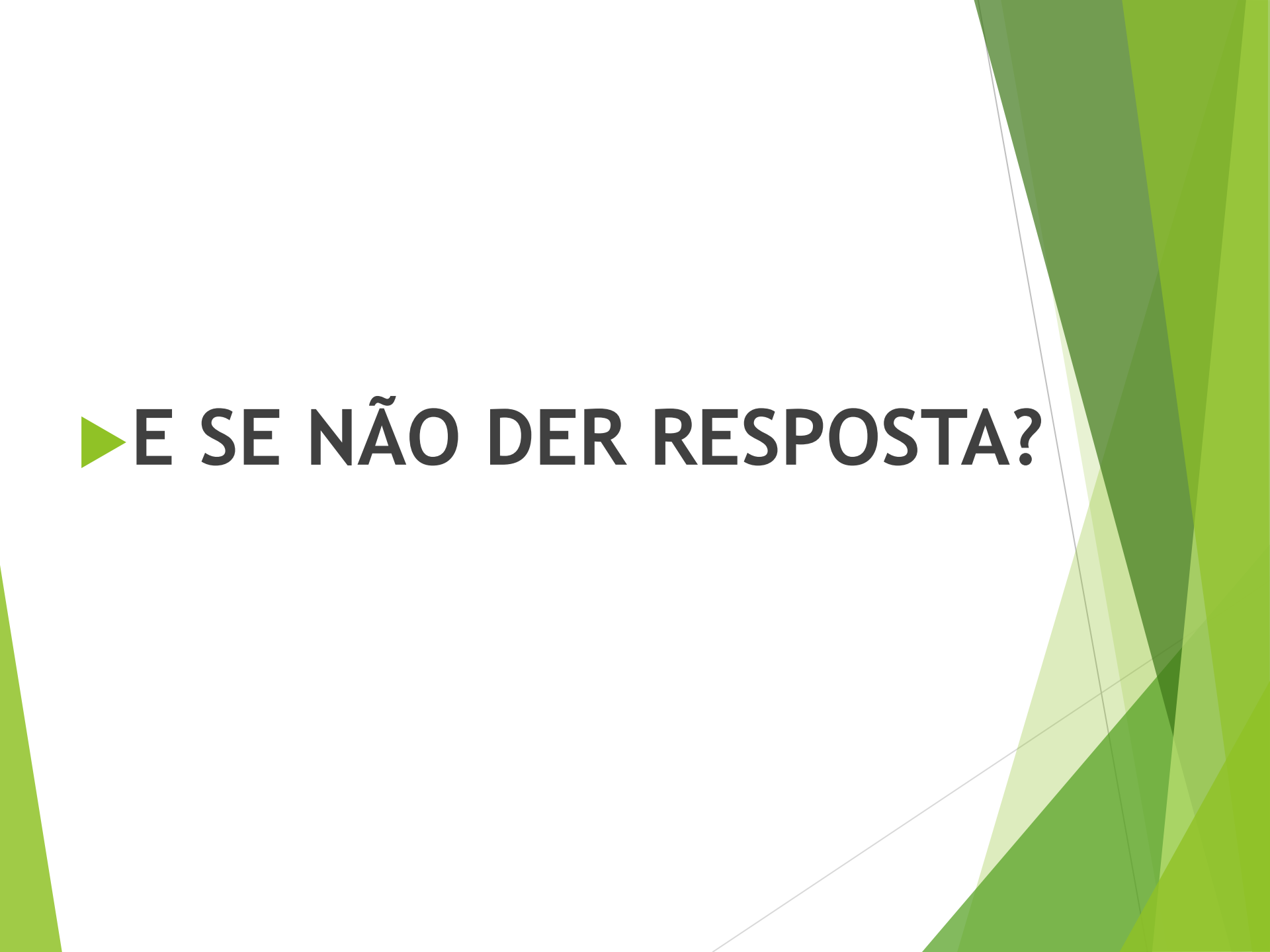
TECNOLOGIA DE USO DE BACTÉRIAS FIXADORAS



- Uso comercial ainda enfrenta gargalos tecnológicos

INTERAÇÃO BACTÉRIAS E ÁCIDOS HÚMICOS

TRATAMENTO	PESO TOTAL / VASO
AH+BAC	7857,8
AH+BAC+N	7209,0
BAC+N	6967,0
N	6639,4
AH	6526,1
AH+N	6070,8
BAC	2766,8
N/D	2340,3

The background features abstract, overlapping green geometric shapes, primarily triangles and polygons, in various shades of green, creating a modern and dynamic visual effect.

► **E SE NÃO DER RESPOSTA?**

Níveis hierárquicos da produtividade

Fatores definidores:

- * CO₂
- * Radiação Solar
- * Temperatura
- * Genética



Potencial

Fatores definidores

+

Fatores limitantes:

- * Disponibilidade hídrica
- * Nitrogênio
- * Nutrição e fertilidade
- **Solo**



Limitada

Fatores definidores

+

Fatores limitantes

+

Fatores redutores:

- * Pragas e doenças
- * Ervas daninhas
- * Elementos tóxicos e poluentes

****Solo**



Atual

Tratos culturais



FATORES QUE AFETAM A RESPOSTA

Compactação

- Controle de tráfego
- Canteirização

Correção do solo

- Neutralização de Alumínio
- Fornecimento de Ca e Mg

Outros nutrientes

Pragas, ervas daninhas,
etc.

POSSIBILIDADES DA ADUBAÇÕES FLUIDA



**Cana soca ou quebra
lombo**



**Parcelamento com
Trâmpulo**



**Plantio com Fertilizante
Fluido**



Parcelamento com Uniport

ADUBAÇÃO - APLICAÇÃO AÉREA



ALTO RENDIMENTO DE APLICAÇÃO



SEM DERIVA

Disposição do Produto na Folha



CONSIDERAÇÕES FINAIS



Ácidos húmicos nos fertilizantes organominerais trazem os benefícios da matéria orgânica no ambiente de produção.



Ácidos húmicos melhoram a eficiência agronômica da adubação nitrogenada, afetando a relação solo/planta positivamente.



Ácidos húmicos podem reduzir os danos ambientais com lixiviação de nitrato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Ácidos húmicos aumentam a eficiência de outros nutrientes, principalmente do P



Aspectos fisiológicos são afetados positivamente com a absorção de substâncias orgânicas presentes no extrato húmico



As aplicações de fertilizantes podem ser mais eficientes

OBRIGADO

edgar.beauclair@usp.br