

2015  
ANOS TRANSFORMANDO  
COM SABER



PARANA SEAB  
SANTA TEREZA DO OESTE  
SANTA TEREZA DO OESTE

## Manejo conservacionista da fertilidade do solo

Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas  
IAPAR - Santa Tereza do Oeste - PR

Assis Chateaubriand, 21 de julho de 2015

## Fertilidade do Solo no SPD

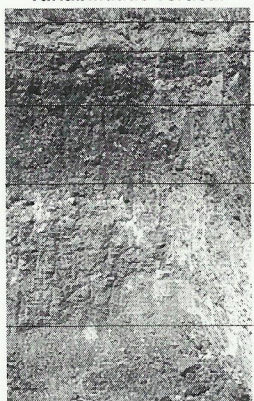
Quais as modificações da fertilidade do solo com a adoção do Sistema Plantio Direto?

P, Al, N, pH, K

### VARIABILIDADE ESPACIAL DO SOLO NO SPD

- Não revolvimento do solo no SPD.
- Variabilidade vertical - camada superior maior fertilidade que camada inferior.
- Variabilidade horizontal - nas linhas de adubação o teor do elemento é maior que na entrelinha.

Variabilidade vertical



0-5 cm
5-15 cm
15-30 cm
30-50 cm
50-100 cm



**VARIABILIDADE HORIZONTAL NO SPD**

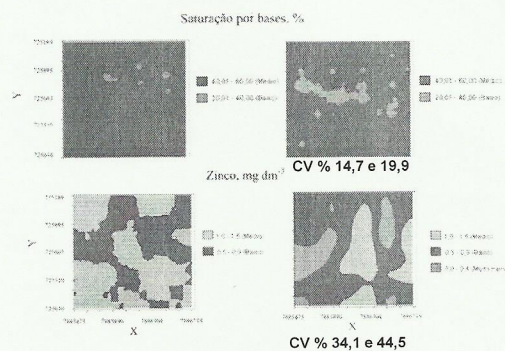
A variabilidade varia com o manejo do solo, cultura anterior, adubação e o nutriente considerado.

P e K são os nutrientes que apresentam maiores variações no sentido horizontal e pH, V e H+Al são os que apresentam as menores.

**VARIABILIDADE HORIZONTAL NO SPD**

- Aplicação à lanço, menor VH; aplicação em sulco maior VH.
- Nutriente móvel no solo, menor VH, elemento pouco móvel no solo maior VH.

Zanão Júnior et al., 2010

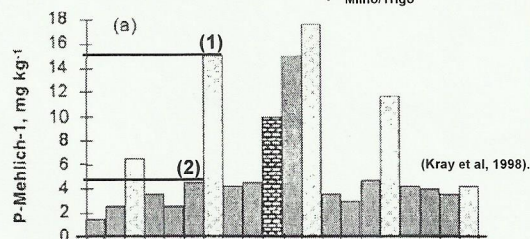


### VARIABILIDADE VERTICAL NO SPD

- Por que existe VV do solo no SPD ?
- Não revolvimento do solo.
- Dinâmica dos nutrientes.
- Culturas e outros organismos que produzem e transformam C e ciclam nutrientes no solo.

### COLETA AMOSTRAS (ANUAIS)

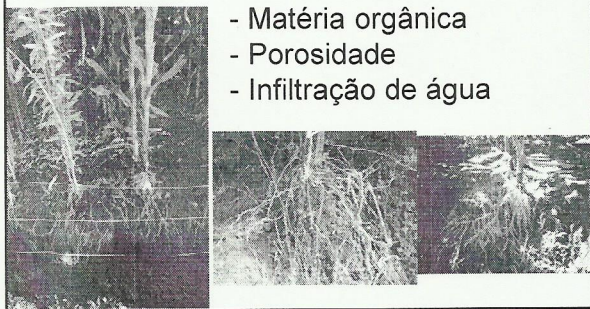
- (1) Linha 15,0 mg dm<sup>-3</sup>
- (2) Entrelinha 5,0 mg dm<sup>-3</sup>
- Camada 0-10 cm
- SPD 8 anos
- Milho/Trigo



### Sistema Radicular

#### Aumento:

- Matéria orgânica
- Porosidade
- Infiltração de água



#### Al x inibição do crescimento radicular

- SR torna-se curto e deformado:
- Inibição da elongação celular.
- Prejudica a permeabilidade da membrana plasmática,
- Interfere no metabolismo do P (ATP, DNA) e divisão celular no meristema radicular.
- Restringe expansão da parede das células das raízes.

**Consequências:**

- Distribuição limitada do sistema radicular
- Menor absorção de água e nutrientes
- Estresse hídrico e deficiências nutricionais
- Planta não tolera veranicos

**Gessagem****COMPOSIÇÃO DO GESSO AGRÍCOLA**

O gesso agrícola é um sulfato de cálcio di-hidratado,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

↓ Enxofre ( $\text{SO}_4$ )	_____	17 - 20 %
↓ Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	_____	25 - 28 %

O gesso não corrige a acidez, não aumenta o pH.

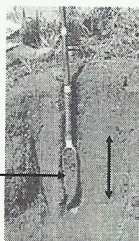
Condicionador de Solo e não corretivo.

**O GESSO É UM CONDICIONADOR DE SOLO:**

- ✦ Consegue penetrar mais facilmente no perfil do solo
- ✦ Fornece Ca em profundidade
- ✦ Reduz a saturação de Al em sub-superfície
- ✦ Aprofunda o sistema radicular
- ✦ Melhora a distribuição do sistema radicular
- ✦ Favorece a absorção de água e nutrientes
- ✦ Propicia uma > tolerância das plantas aos veranicos.

### Quando aplicar gesso???

Amostragem na profundidade 20 - 40cm



- Teor Ca <  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
- Teor de  $\text{Al}^{3+}$  >  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e/ou
- Saturação por  $\text{Al}^{3+}$  (m) > 30%.

### Quanto de gesso aplicar?

$50 \times \% \text{ argila do solo} = \text{kg/ha de gesso}$

### Como aplicar gesso?

- Juntamente com a calagem  
ou
- Após a calagem

### Principais perdas de N, P, K?

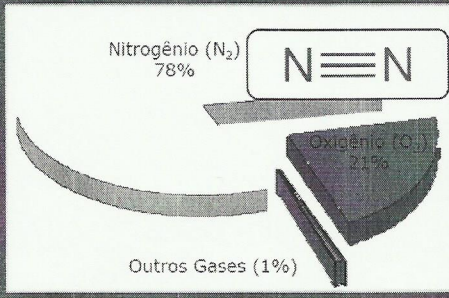
N ?

P?

K?

### NITROGÊNIO NO SOLO

- O nitrogênio praticamente não existe na rocha matriz do solo;
- A fonte primária do N do solo é o ar atmosférico:

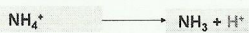


### PERDAS DE N DO SOLO

- ▶ **EROSÃO:** perda de solo ou matéria orgânica.
  - Sulcos, chuvas intensas, revolvimento do solo.
- ▶ **REMOÇÃO PELAS PLANTAS:**
  - As elevadas produções das plantas ocasionam grande exportação de nitrogênio do solo.

- **Volatilização:** passagem de uma substância para o estado gasoso.

- Amônio se transforma em amônia



- pH elevado favorece reação.

- Fertilizantes com N amoniacal favorecem.

### VOLATILIZAÇÃO DE N NO SPD

Quadro 3. Perdas acumuladas de N-NH<sub>3</sub> volatilizado provenientes da aplicação superficial e incorporada de cinco fontes nitrogenadas a cobertura de milho nos dois sistemas de plantio<sup>1)</sup>

Fonte nitrogenada	Forma de aplicação				Média
	Superficial		Incorporada		
	mg m <sup>-2</sup>	% de N aplicado	mg m <sup>-2</sup>	% de N aplicado	
	<b>Sistema de plantio direto</b>				
Sulfato de amônio	1.016	10,2a	393	4,1a	9,2%
Nitrato de amônio	833	2,9a	171	1,2a	3,8%
Urea	3.849	28,5a	213	2,7a	11,2%
Uram	1.810	11,0a	2.824	2,1a	37,2%
Sulfato	2.688	25,0b	295	2,1a	15,5%
Média		2,0%		2,0%	
duas fontes x modo (Tukey, 0,05)					
Perda do modo superficial					12,9
Perda do modo incorporado					12,9
C.N. 15%					
	<b>Sistema de plantio convencional</b>				
Sulfato de amônio	170	3,7a	195	3,0a	2,45%
Nitrato de amônio	263	2,5a	175	1,5a	2,0%
Urea	1.110	10,2a	442	4,3a	12,5%
Uram	561	9,8b	295	2,6a	8,3%
Sulfato	1.335	18,5c	627	4,6a	19,5%
Média		13,0%		2,8%	
duas fontes x modo (Tukey, 0,05)					
Perda do modo superficial					28,0
Perda do modo incorporado					28,0
C.N. 15%					

RBCS: Cabezas et al, (1997)

#### LIXIVIAÇÃO DE N NO SPD

- A capacidade de lixiviação de N no SPD é menor.
- Aumento de MO imobiliza mais N.
- Ciclagem e aumento da produção de biomassa (vegetal, microrganismos) é importante.
- N imobilizado não lixivia nem volatiliza!!!

#### CICLO DO FÓSFORO NO SOLO

##### Dinâmica do P no solo

- Adsorção
- Fixação
- Precipitação
- Liberação

#### ADSORÇÃO DE P NO SOLO

- Adsorção é um termo genérico que indica reações que ocorrem nas interfaces da fase sólida do solo.
- No caso do P, essa ligação é covalente.
- Alta energia de ligação.

#### ADSORÇÃO DE P NOS OXIDRÓXIDOS

- Solos oxidicos (intemperizados).
- Oxidróxidos de Fe e Al x Íon fosfato  
Adsorvente (insolúveis) (adsorvato) (solúvel)
- Solos intemperizados > capacidade de adsorção de P
- Varia conforme teor e mineralogia da argila.

### PRECIPITAÇÃO DE P NO SPD

- Calagem em excesso.
- Camada superficial com pH elevado.
- Excesso de Ca.
- Favorece a precipitação de P.
- Formação de fosfato-Ca.
- Baixíssima solubilidade.

### P ACUMULADO NA SUPERFÍCIE NO SPD

- Teor P trocável em sistemas de manejo após 18 anos.
- Aumento do P trocável na camada 0-10 cm no SPD.

Sistema de manejo de solo	Profundidade (cm)			
	0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20
	P (mg kg <sup>-1</sup> )			
Plantio direto	34,5	15,8	12,2	7,9
Preparo convencional de solo com arado de discos	17,7	17,1	13,9	8,2
Preparo convencional de solo com arado de aneiras	13,5	11,9	9,3	8,9
Cultivo mínimo	28,9	21,9	12,5	7,7

Santos et al. (2008)

### LIXIVIAÇÃO DE K NO SOLO

- Altamente móvel no solo.
- Lixiviação no perfil do solo para profundidades além das exploradas.
- Depende basicamente teor K no solo, CTC do solo, e da quantidade de água percolada.

### AUMENTO DO K TROCÁVEL NO SPD

- Teor K trocável em sistemas de manejo após 18 anos.
- Aumento do K trocável na camada 0-10 cm no SPD.

Sistema de manejo de solo	Profundidade (cm)			
	0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20
	K (mmol dm <sup>-3</sup> )			
Plantio direto	277	378	134	97
Preparo convencional de solo com arado de discos	211	155	132	91
Preparo convencional de solo com arado de aneiras	217	165	135	98
Cultivo mínimo	277	197	139	97

Santos et al. (2008)

### CICLAGEM DE K NO SPD

- Efeito dos extratos vegetais no teor de K no solo.

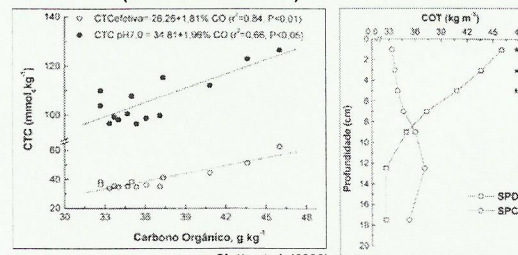
Tabela 8. Potássio no solo (mg kg<sup>-1</sup>) após aplicação dos extratos vegetais com Método-I

Tratamento	Profundidade do solo (cm)				Média
	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	
Sem aplicação de P					
1- Avena	8,2	4,7	2,6	1,5	4,5
3- Milheto	9,1	5,0	2,0	1,3	4,3
5- Milho	7,2	4,4	1,9	1,3	3,7
7- Nabo forrageiro	8,7	6,8	4,1	1,5	5,4
9- Soja	8,3	5,5	2,5	1,5	4,4
11- Sorgo	7,0	4,2	1,9	1,4	3,6
13- Testeponúria	6,6	4,7	0,8	0,8	3,7
Média	7,9	4,6	2,1	1,3	
PAIS*	0,9	0,8	0,7	0,3	0,4
Com a aplicação de 100 kg ha <sup>-1</sup> de P (SFS)					
3- Avena	7,1	6,4	3,8	1,5	4,7
4- Milheto	3,3	6,6	2,6	1,3	4,7
6- Milho	6,7	4,2	2,0	1,3	3,5
8- Nabo forrageiro	7,6	7,6	5,0	1,9	5,5
10- Soja	7,1	6,0	3,2	1,4	4,6
12- Sorgo	6,4	5,2	2,4	1,4	3,8
14- Testeponúria	0,4	0,7	0,9	0,9	0,7
Média	6,7	5,3	2,8	1,4	
PAIS*	0,8	1,0	0,9	0,3	0,3

Fonte: Pavinato (2007)

### AUMENTO DA MO E DA CTC NO SPD

- MO gera aumento de cargas negativas no solo (CTC), e atividade biológica no solo.
- MO e CTC (SPD com 21 anos).



Ciotta et al, (2002)

OBRIGADO A TODOS!

Luiz Antônio Zanão Júnior

lzanao@iapar.br

IAPAR - Santa Tereza do Oeste

(45) 3231-1713