



Laboratório Nacional de Ciência  
e Tecnologia do Bioetanol



**CNPEM**  
Centro Nacional de Pesquisa  
em Energia e Materiais

# Relação solo-máquina

Paulo Graziano



**XX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**

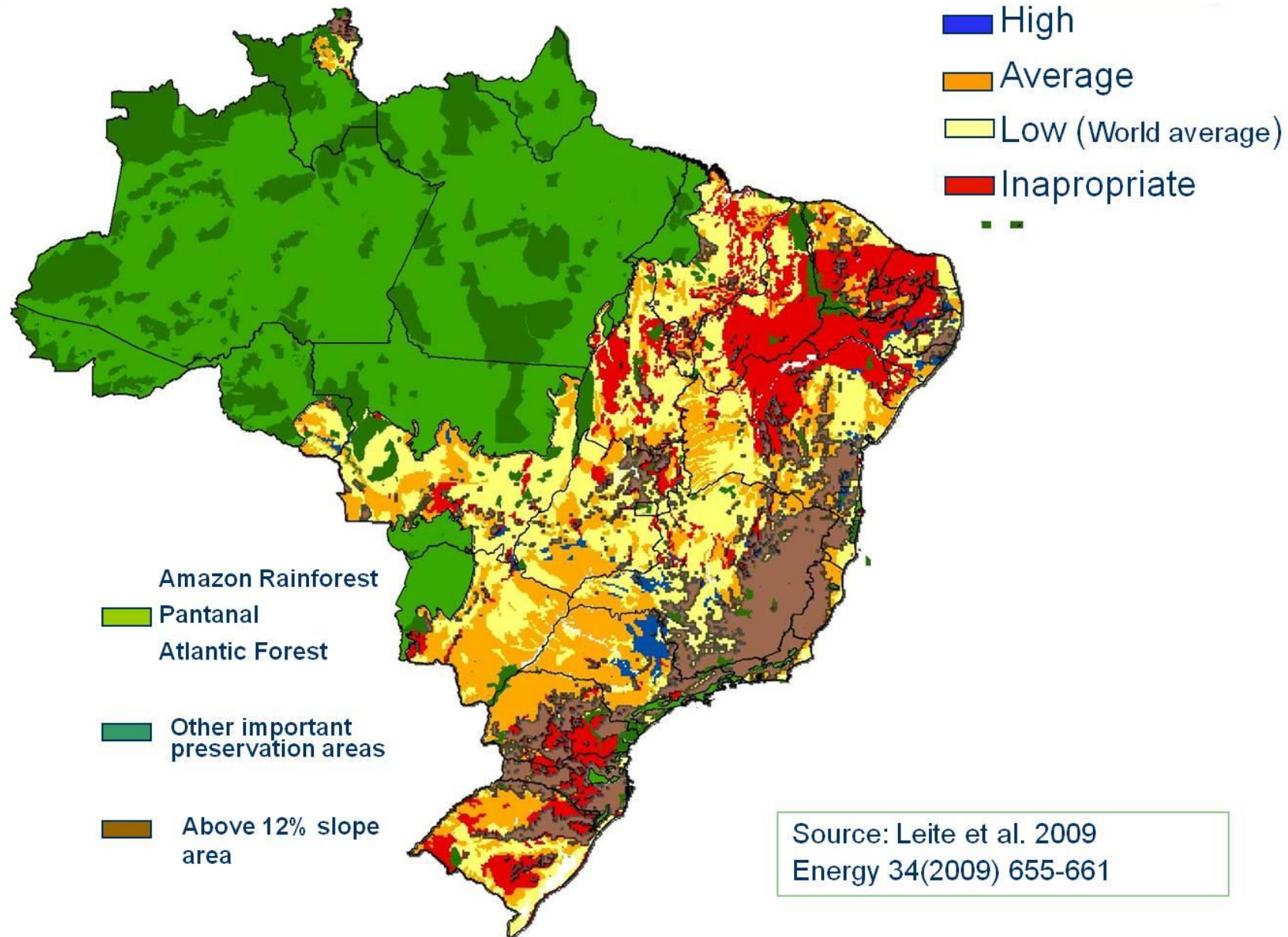
**O solo sob ameaça: conexões necessárias ao manejo e conservação do solo e água!**



1

Foz do Iguaçu – 23/novembro 2016

# Potencial para produção de cana-de-açúcar



# Áreas de pastagem - 2016



4

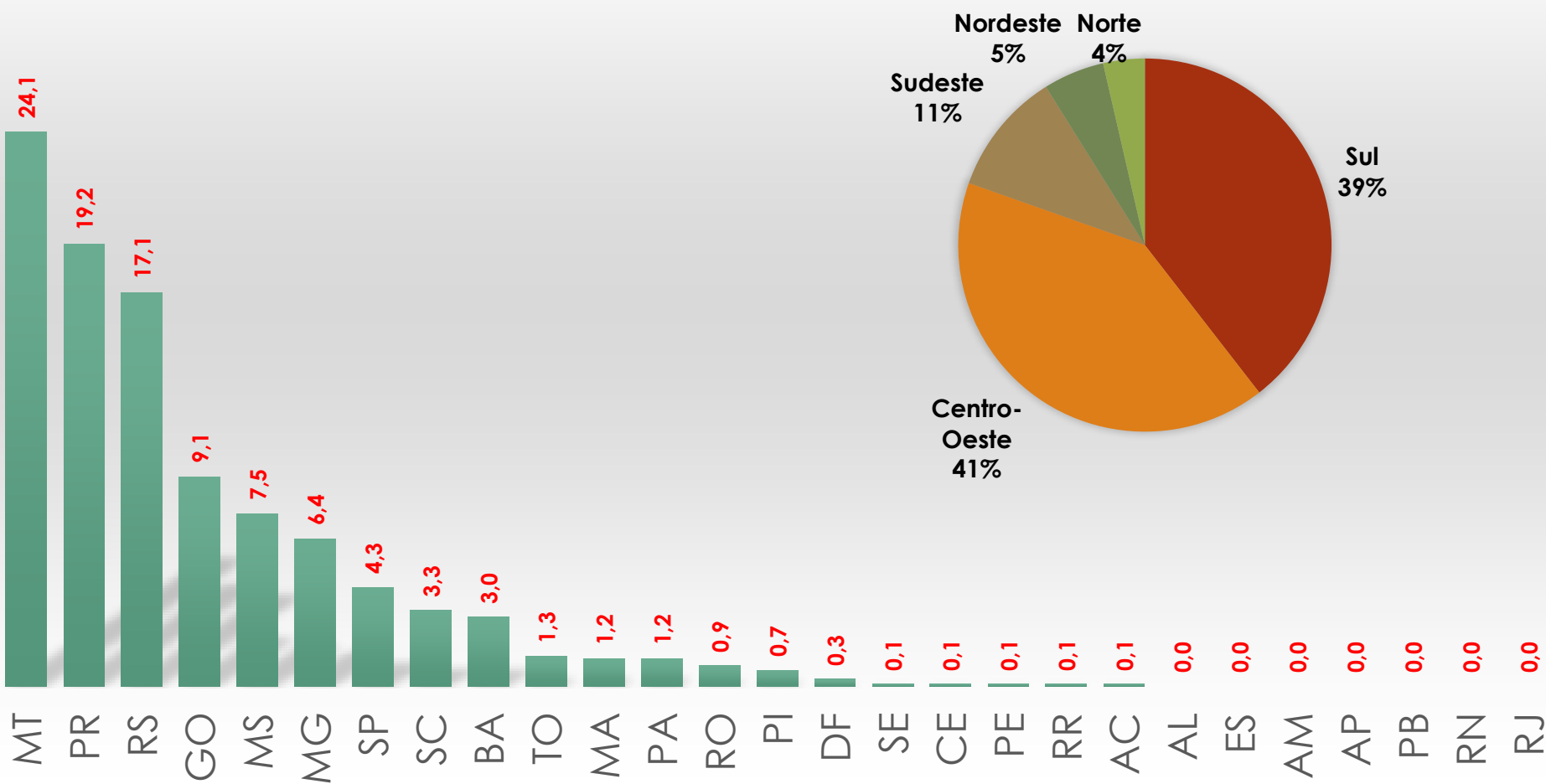
# Pasto degradado

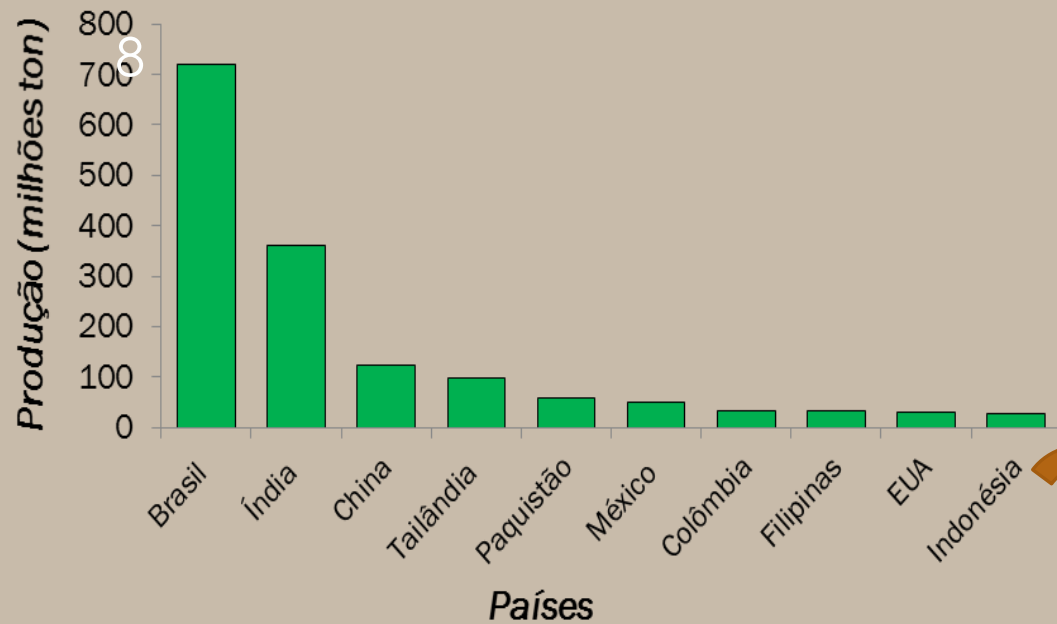




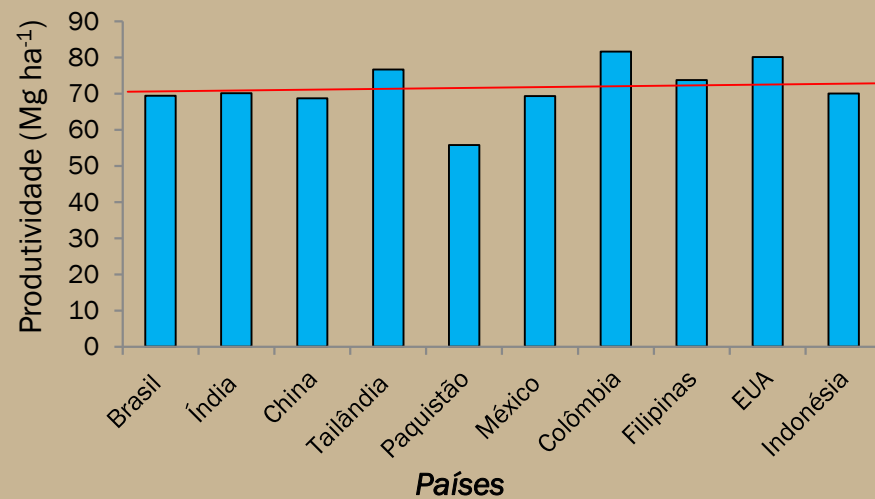
Cultura	Área	Var. 13	Produtividade	Var. 13	Produção	Var 13
	Milhões ha	%	Ton.	%	Milhões ton.	%
Soja	33,2	<b>+ 9,4</b>	3,04	<b>+ 6,7</b>	101.179	<b>+17,6</b>
Milho	15,47	<b>- 1,8</b>	5,40	<b>+ 8,3</b>	82.327	<b>+ 6,74</b>
Arroz	2,02	<b>- 18,4</b>	5,52	<b>+ 7,7</b>	11.682	<b>- 9,2</b>
Trigo	2,4	<b>- 6,8</b>	2,26	<b>-10, 6</b>	5.534	<b>- 33,2</b>
Feijão	3,01	<b>- 13,3</b>	1,10	<b>+ 1,5</b>	3.334	<b>-12,5</b>
Cana-de-açúcar	8,95	<b>+2,0</b>	73,2	<b>- 2,2</b>	658.7	<b>- 0,1</b>

# Cereais, leguminosas e oleaginosas Grandes Regiões e Unidades da Federação Participação na produção 2016





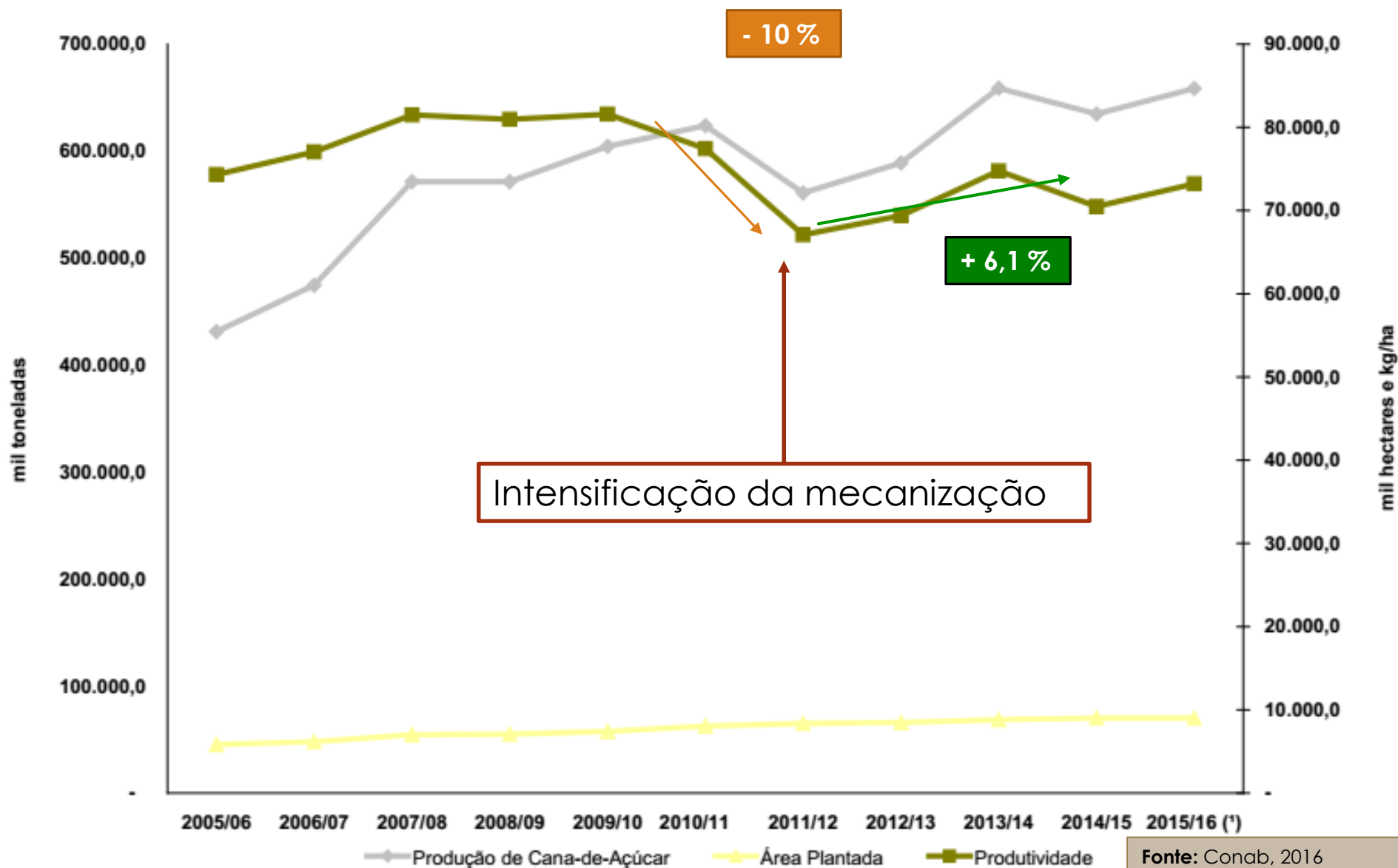
10 maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo (ano 2012);





# Evolução da produção de cana-de-açúcar

9



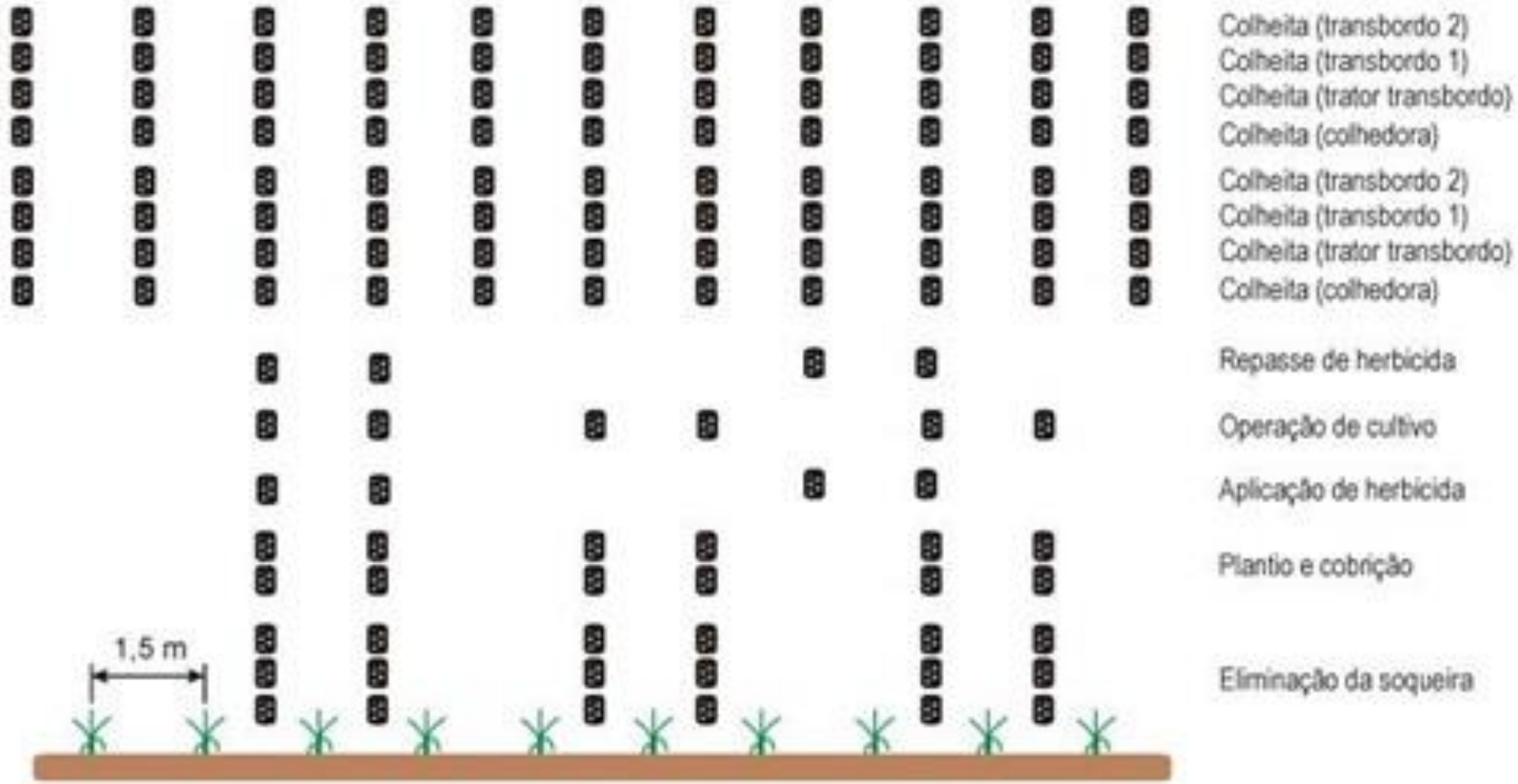
O que mudou como a intensificação da mecanização que afetou a produção e a produtividade da cana-de-açúcar?





# Trafego de máquinas durante o ciclo de produção

12

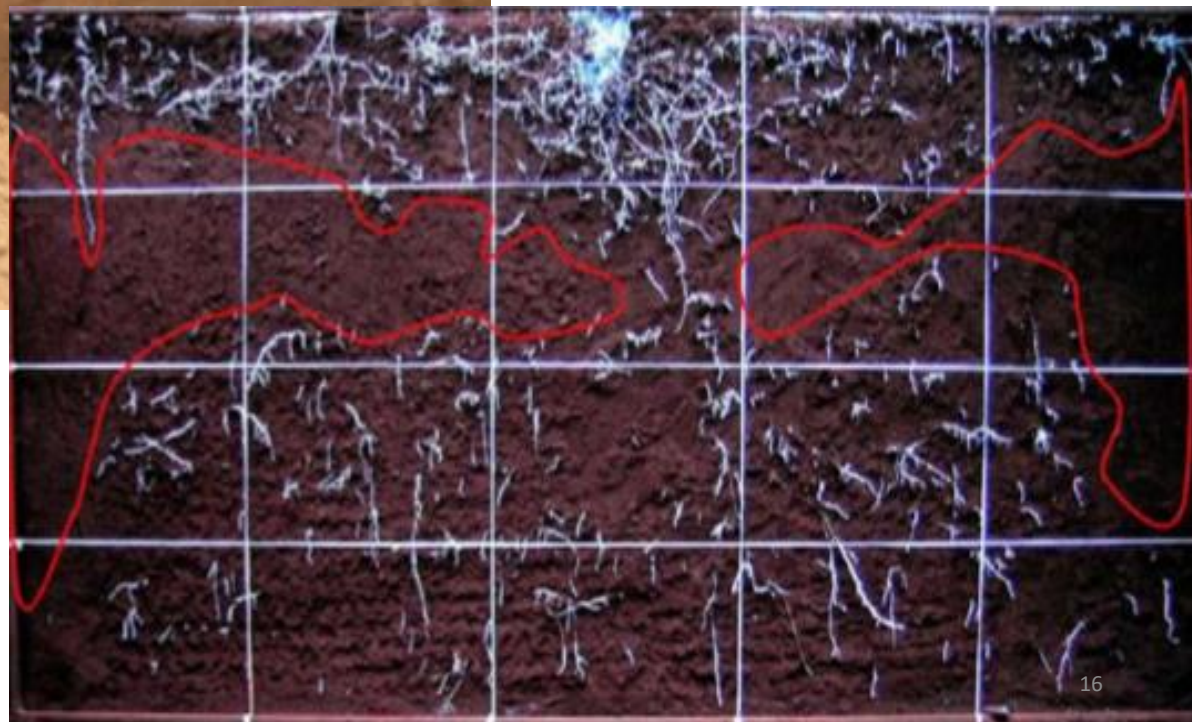
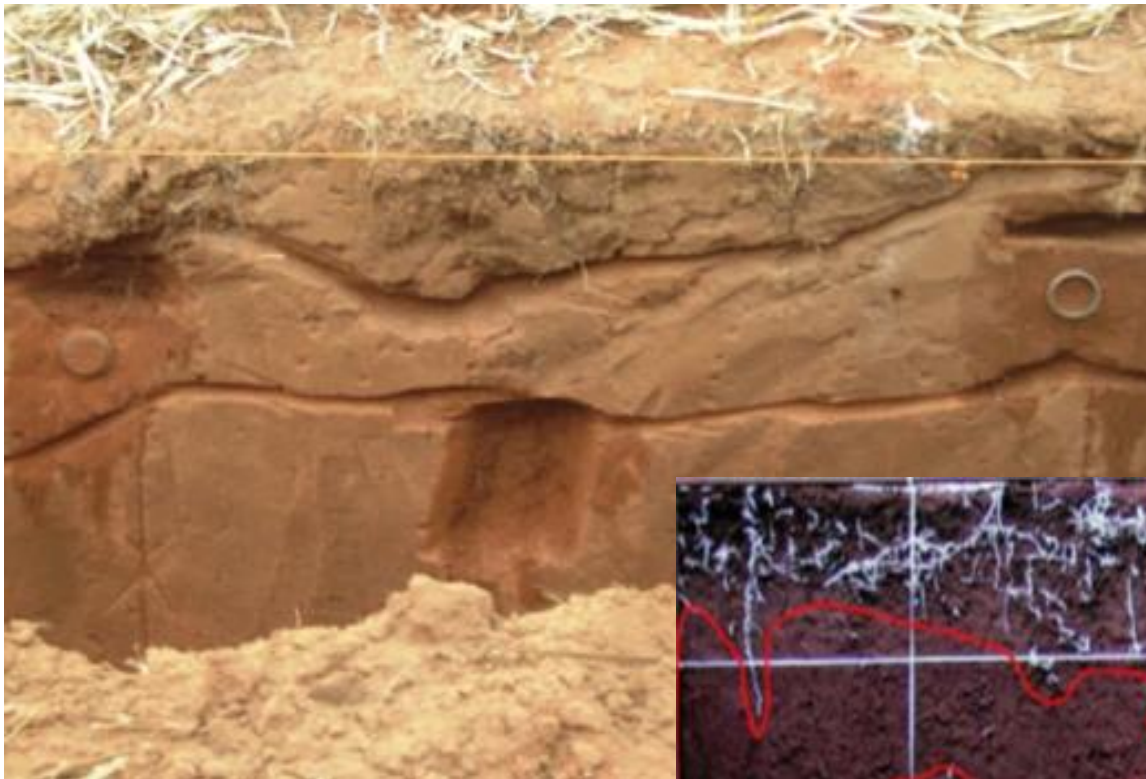


## Compactação do solo











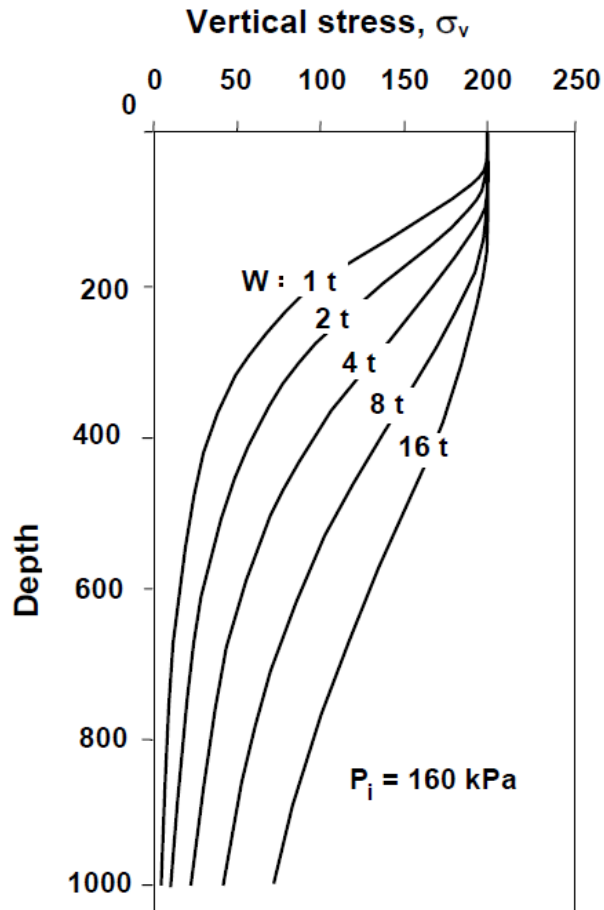
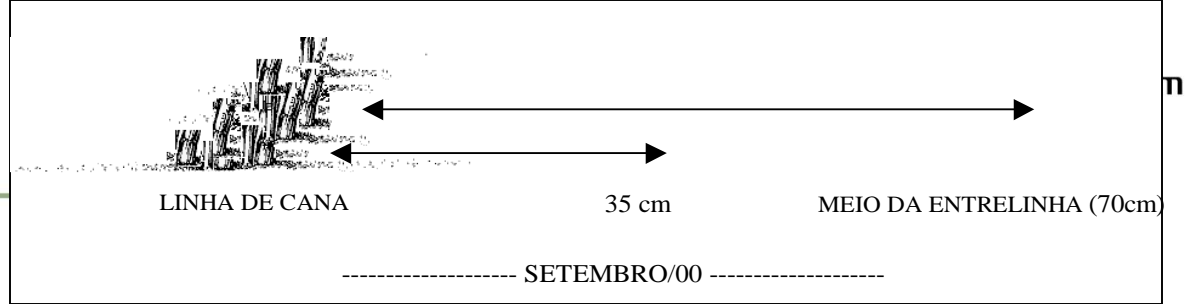
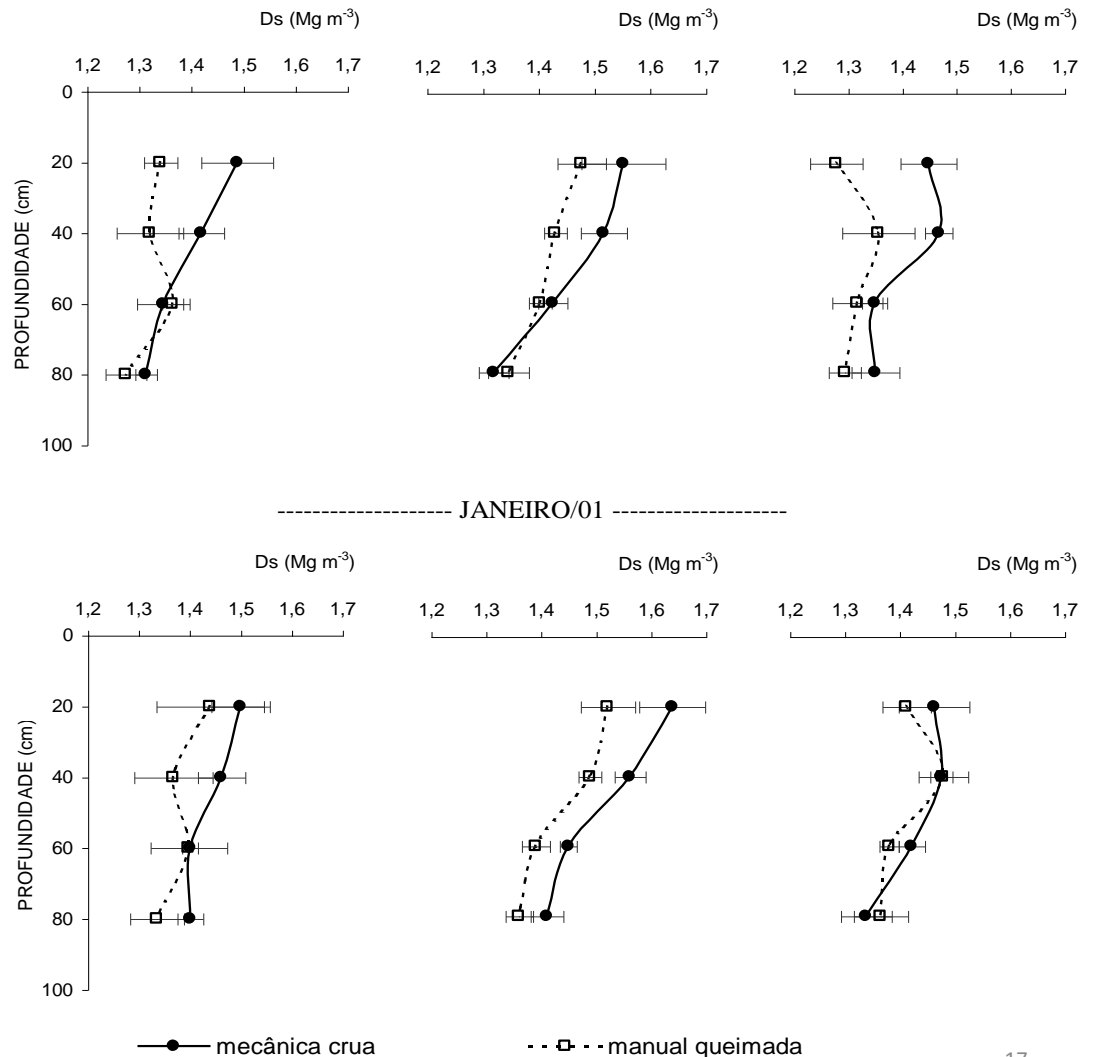


Fig. 1. The effect of increasing wheel load while maintaining the same surfa pressure (vertical stress). Larger tyres were used as wheel load increased. W = wheel load in tonnes and  $P_i$  = inflation pressure of the tyres





# Solução

## Preparo de solo



A compactação tende a aumentar a força de atração dos agregados de solos independente do teor de umidade e isso tem um impacto direto sobre a força de tração necessária para tracionar os implementos e o desgaste dos instrumentos utilizados.

# Plantio





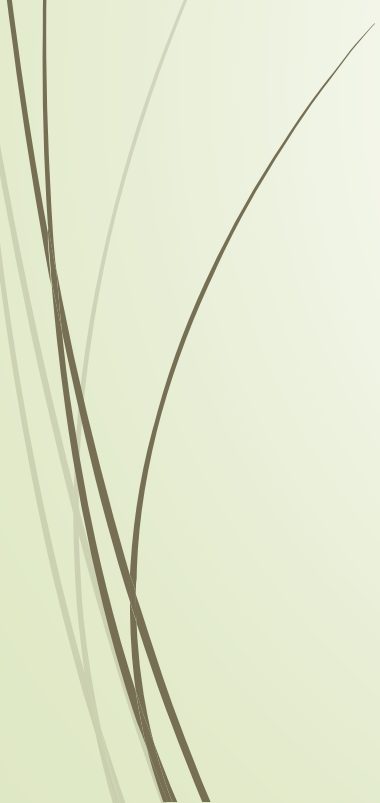
Fonte: Syngenta

✓ A drenagem é favorecida pela infiltração de água nas camadas superficiais e com a presença de poros grande e contínuos que tem conectividade com o sistema de drenagem. Particularmente importante é a condutividade hidráulica saturada de um solo, ou seja, a sua capacidade para manter um fluxo de água, quando o perfil está saturado.



# Plantio







# Plantio direto.

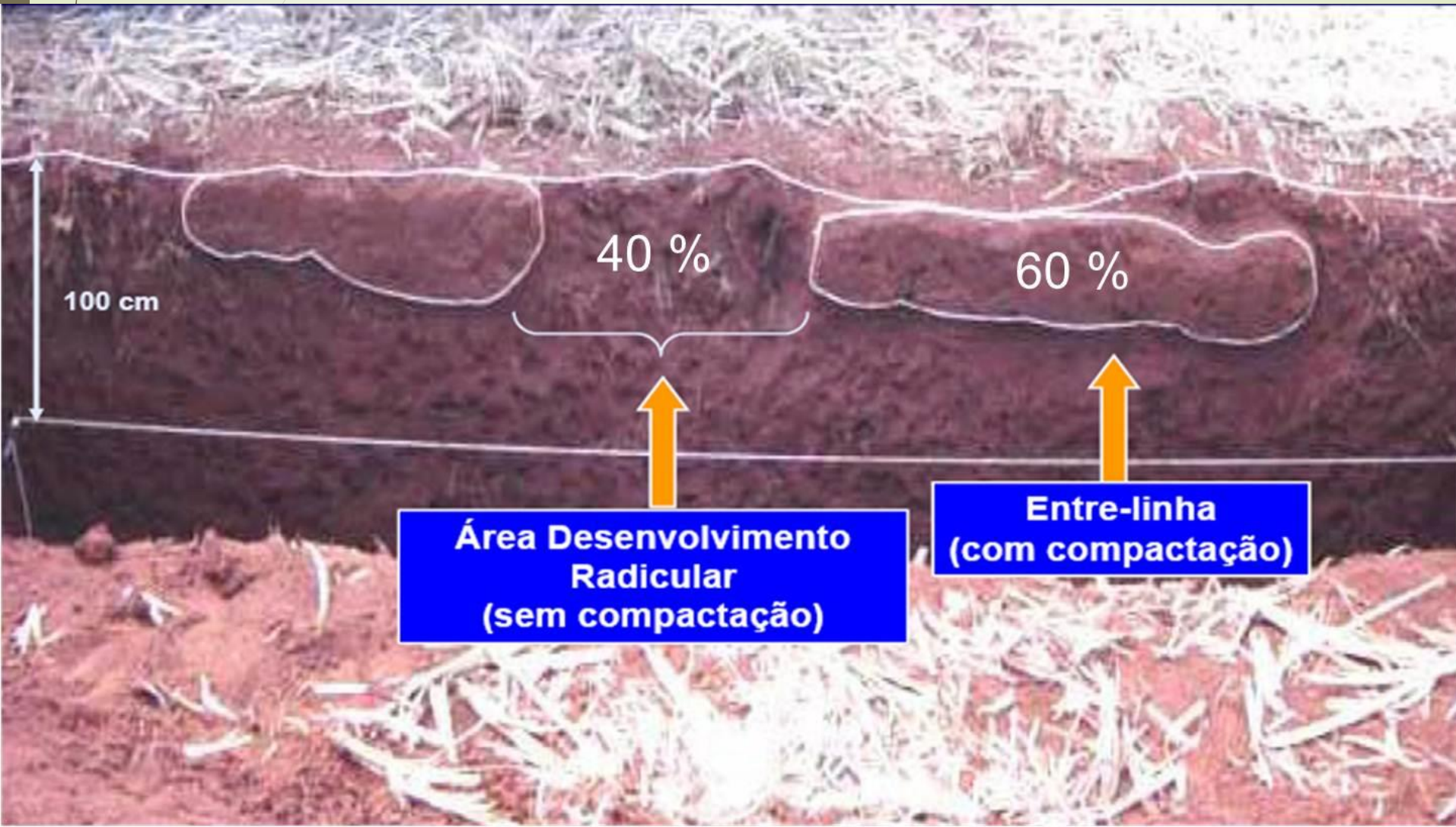


O efeito da compactação do solo na absorção de nutrientes é significativo. A compactação tem um impacto negativo sobre o fornecimento e mobilidade de nutrientes. Absorção de nutrientes é prejudicada pela dificuldade de enraizamento, falta de oxigênio e maiores perdas (desnitrificação) do sistema de solo.

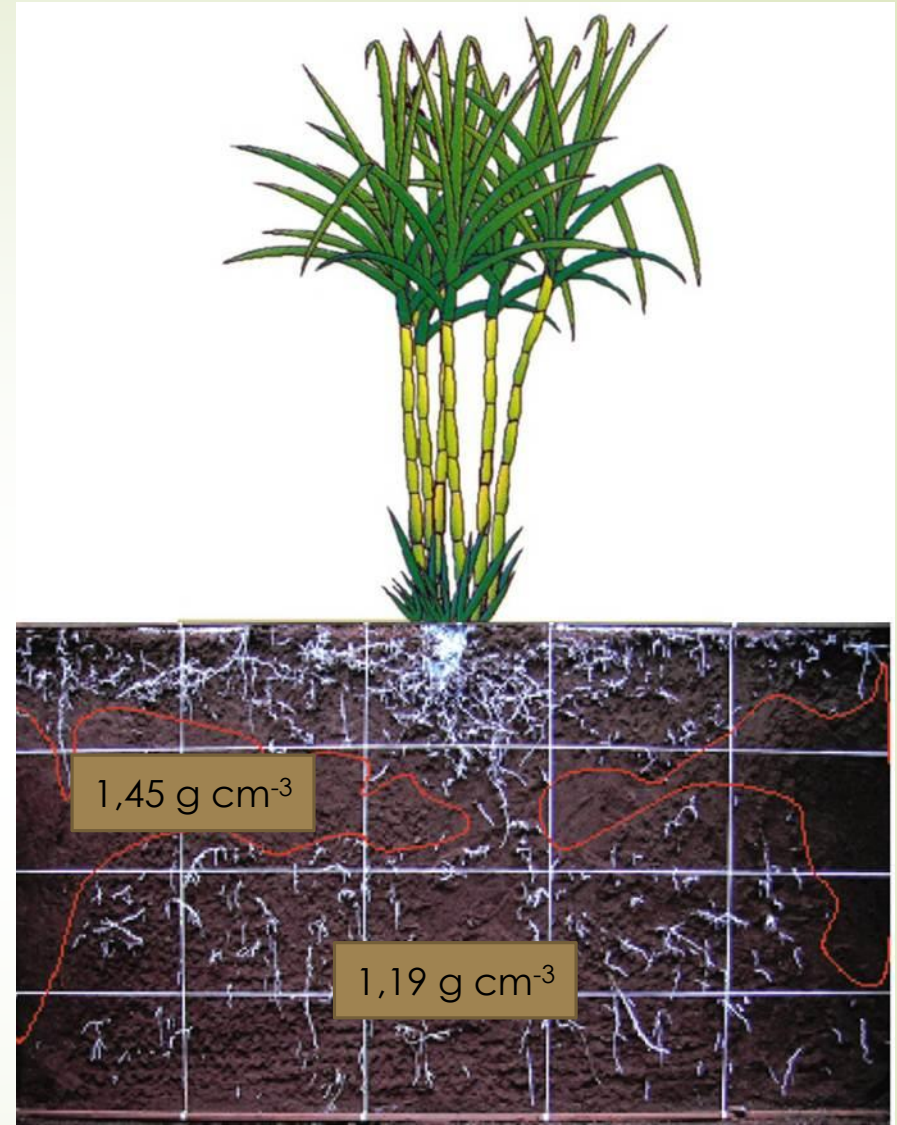


Desnitrificação é maior em condições úmidas quando os fertilizantes são aplicados em solos compactados. Perdas de sedimentos desencadeada por compactação e baixa infiltração aumentam a perda da P & K, em particular.

Estrutura do solo é determinada em grande parte pela natureza dos processos físicos que ocorrem no solo (Dexter, 1988; Kooistra & Tovey, 1994).



- A força de atração entre os agregados do solo tende a diminuir como o aumento da umidade do solo, mas é elevada por aumentos induzidos por estresse na densidade do solo, com aumento da resistência à penetração e da força de cisalhamento (Whalley et al., 2004).
- Elevar desses parâmetros para além do seu estado natural é geralmente considerada como degradação da estrutura do solo, pois reduz a heterogeneidade.



Uma boa estrutura exibe um elevado grau de heterogeneidade entre os diferentes componentes ou propriedades do solo.

# Matéria Orgânica

- Matéria orgânica do solo é a força motriz na geração e manutenção da estrutura do solo, determina a estrutura física e muitos outros processos que acontecem no solo, por exemplo, a retenção de água e / ou drenagem e troca gasosa.
- Matéria orgânica contém as ligas que ajudam a construir e manter a estrutura, mas nem toda a matéria orgânica, é a mesma e os seus efeitos sobre a estrutura podem diferir acentuadamente.
- No entanto, é quase certo que, dentro de limites práticos, quanto mais matéria orgânica de qualquer tipo, no interior do solo, melhor.

- ▶ Embora em solos cultivados sempre encontremos menos matéria orgânica que em solos virgens, o efeito da compactação na matéria orgânica do solo (MOS) parece ser neutro.
- ▶ Embora haja evidências de que o preparo do solo aumenta a oxidação de matéria orgânica, particularmente em condições úmidas e quentes, evidências de diferenças resultantes de diferentes intensidades de preparo do solo, praticado durante longos períodos, é menos conclusiva.

- Alguns experimentos podem não ter levado em conta a redistribuição de matéria orgânica através do perfil do solo, que mesmo com plantio direto, pode ser significativa.
- Onde estratificação no horizonte superior da MOS ocorre, tal como no sistema de plantio direto ou cultivo mínimo, associado compactação, pode aumentar a tendência para as emissões de gases de efeito estufa, tais como óxido nitroso e metano.
- Evitar compactação, nestas circunstâncias, pode ser particularmente benéfico.



## Preparo convencional

33

## Plantio Direto

**GEE**

**Redução da emissão**

Menor retenção de água  
Maior escoamento superficial  
Mineralização MOS

**Decréscimo do  
estoque de C do solo**

Armazenamento de água  
Controle de erosão  
Decomposição lenta de Resíduos

**Aumento do  
estoque de C solo**

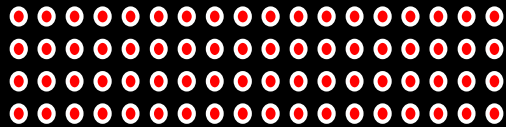
Com a compactação é também susceptível de aumentar as perdas para a atmosfera na forma de dióxido de carbono e metano. Em geral, evitando compactação pode-se aumentar o aproveitamento de nutrientes em até 20%.

34

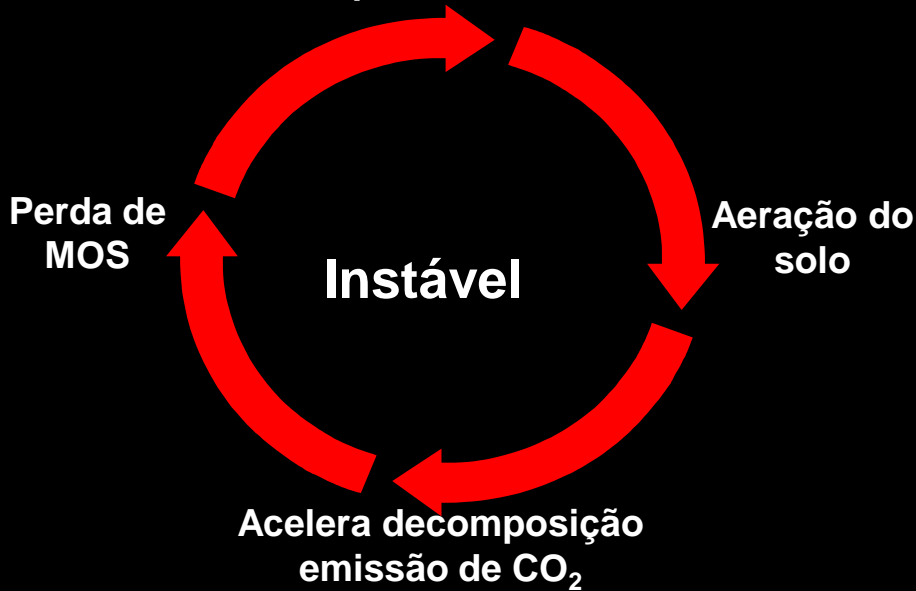


Fonte: Syngenta

### Preparo convencional



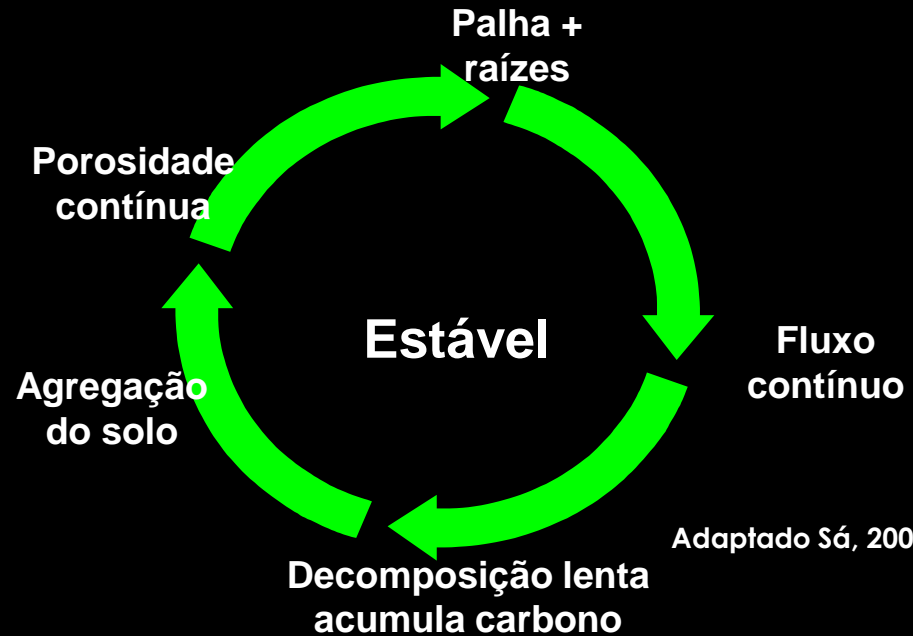
Ruptura estrutura



### Plantio direto



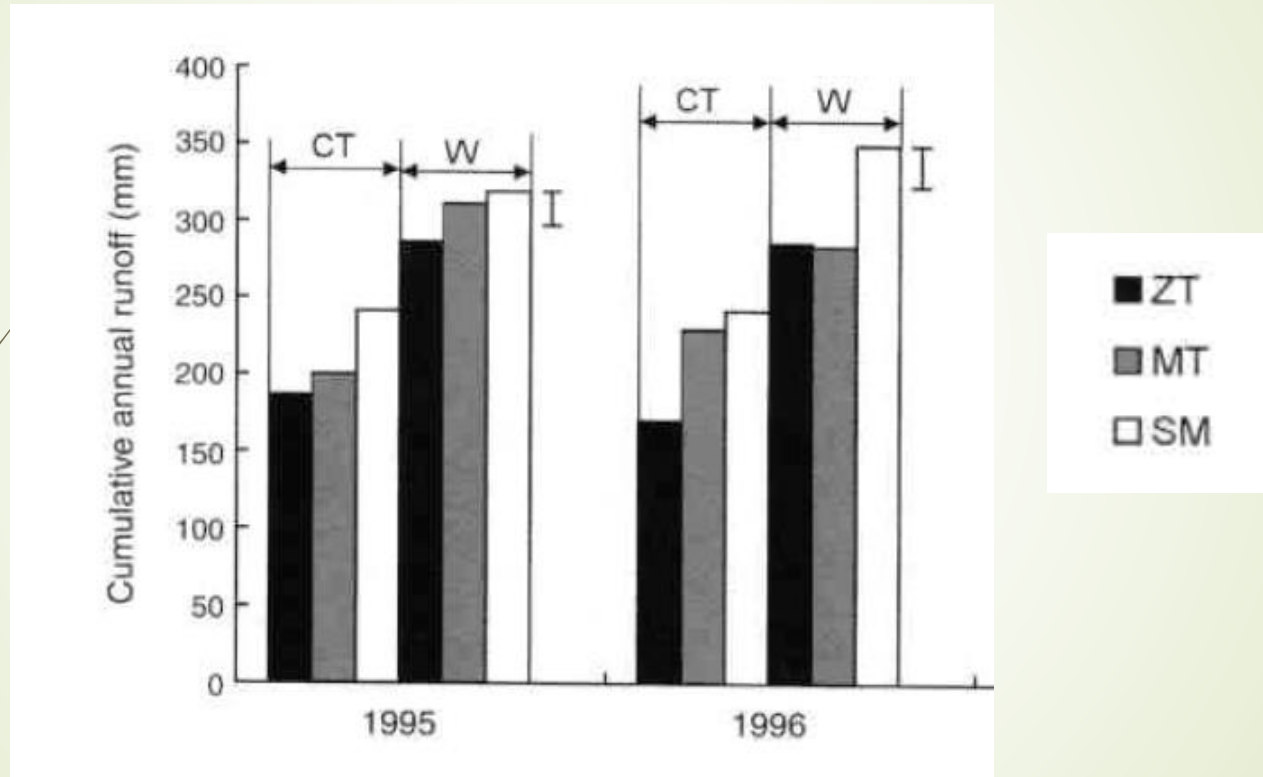
Palha + raízes



Adaptado Sá, 2003

# Soluções possíveis

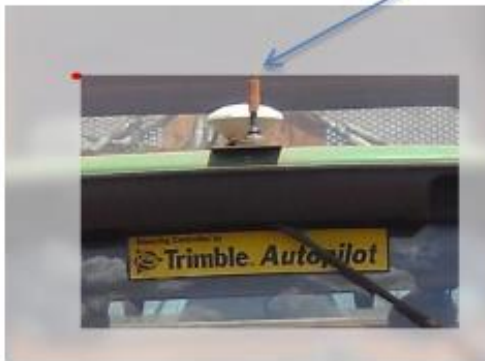
## ➤ Controle e redução de tráfego



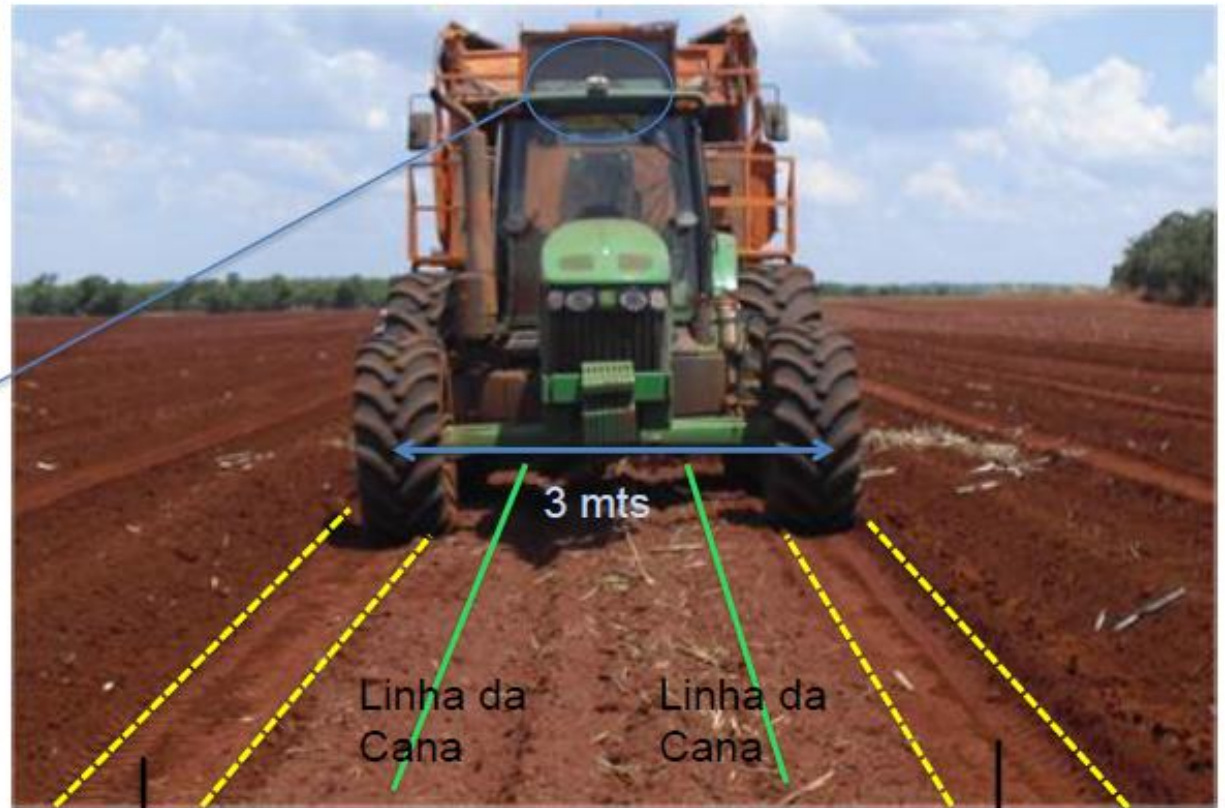
Efeito do tráfego por dois anos. CT – controle de tráfego, W – sem controle, ZT – Plantio Direto, MT – Cultivo mínimo, SM Cobertura de palha.



100% Plantio com  
Piloto Automático



## Controle de tráfego



CerradinhoBio

Área de Trafego

Área de Trafego

# Controle de tráfego

## vantagens

- Aumenta a infiltração de água significativamente
- Reduz a patinação
- Minimiza a perda de N, reduzindo as emissões de N<sub>2</sub>O
- Melhora a estrutura do solo
- Aumenta a umidade do solo
- Reduz as perdas de solo por escoamento superficial
- Melhora a eficiência de campo
- Permite o retorno na área mais rápido após as chuvas
- Na área de tráfego dos pneus (20%) é compensada pelo aumento de produtividade

# Futuro



## Largura de Corte

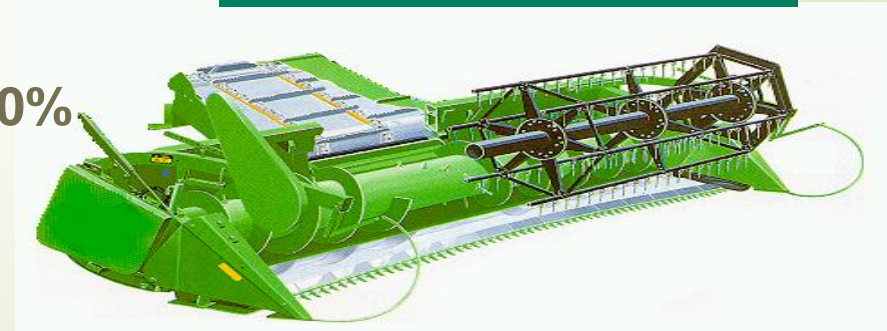
Colhedora cana picada: 1,5 m  
Área trafegada pelas rodas: 60 %

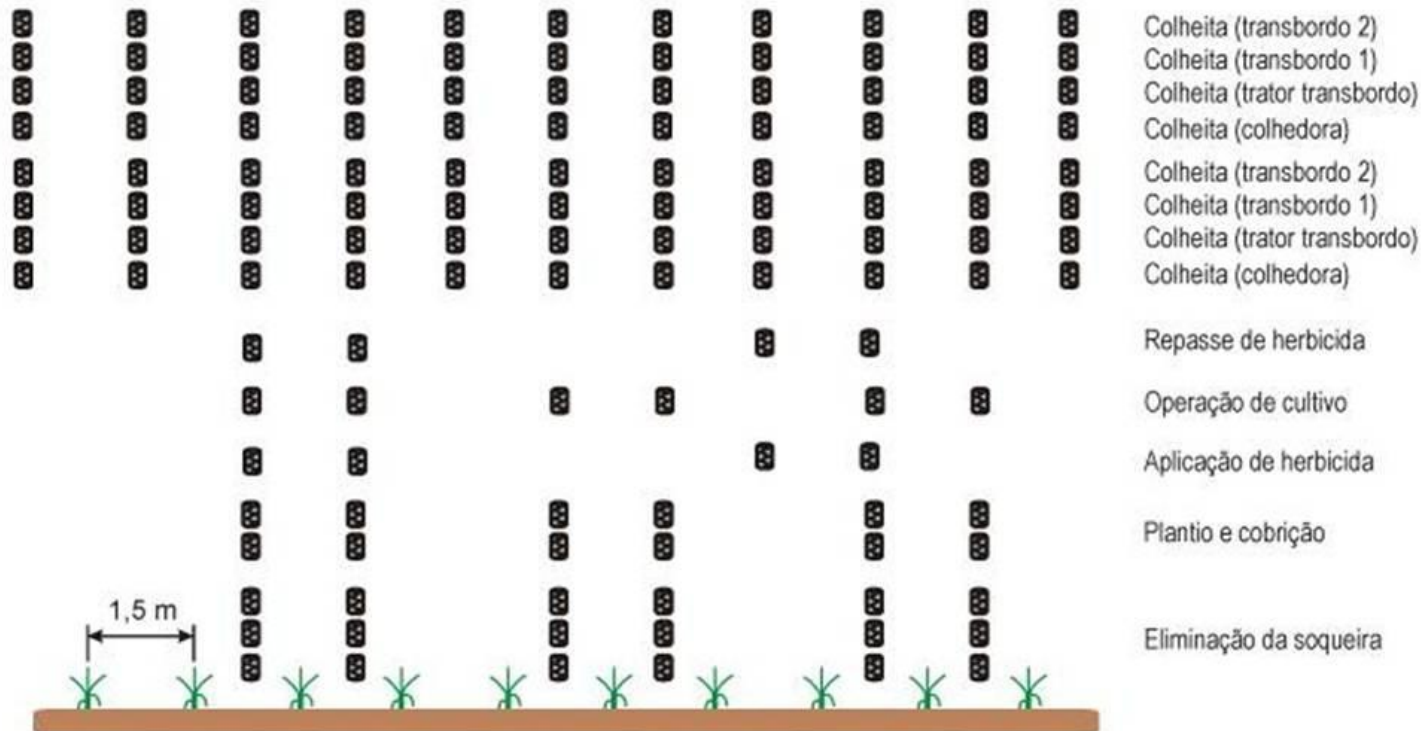
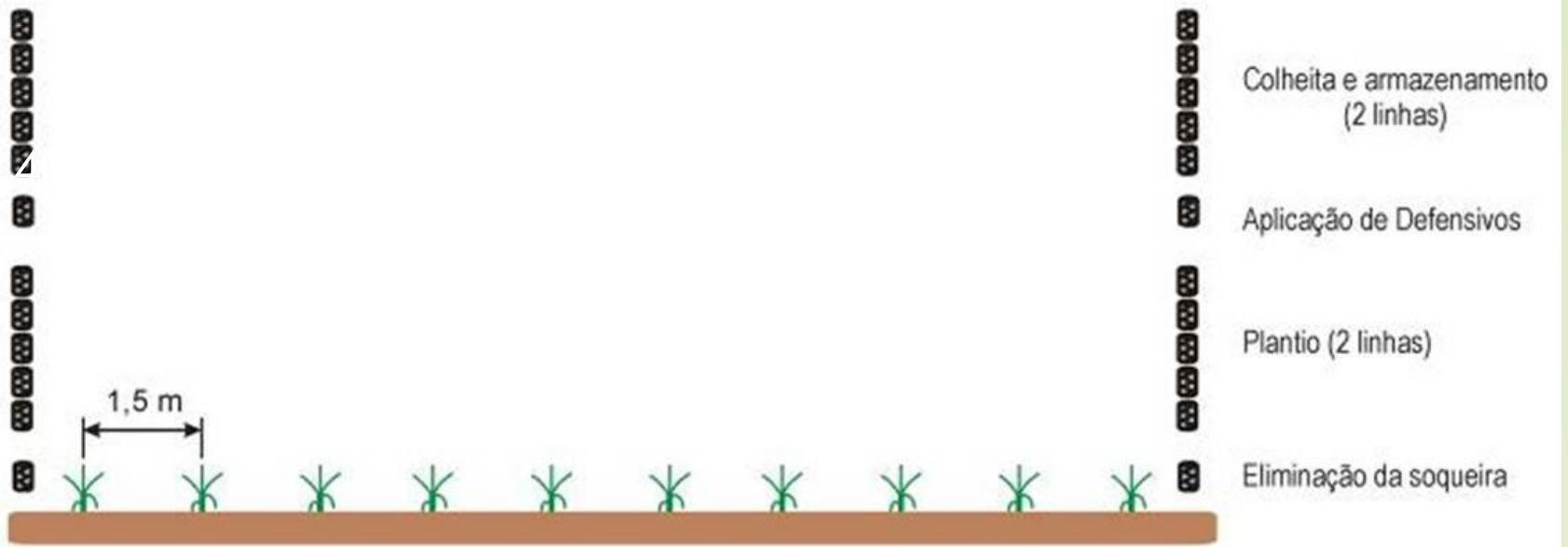


Colhedora ETC : 9 m  
Área trafegada pelas rodas : 13 %

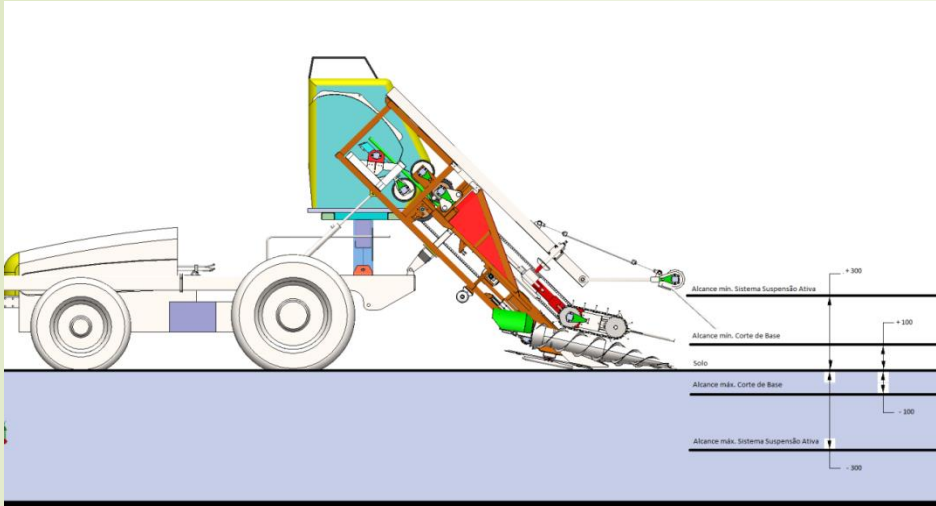


Grãos 10-12 m  
Área trafegada pelas rodas : 10%









Corte



# Considerações finais

- ▶ Porque compactação aumenta a resistência do solo, o preparo de solo tanto no plantio convencional como no cultivo mínimo demanda invariavelmente mais força de tração e energia.
- ▶ Em sistemas de tráfego controlado as exigências de força de tração são significativamente reduzidas. Reduzindo a demanda de potência nas operações agrícolas de plantio e cultivo de solo.
- ▶ A introdução do controle de tráfego permite ao agricultor selecionar tratores de menos potência, diminuindo custos operacionais e efeitos deletérios no solo.
- ▶ Prevê-se que o desgaste do solo envolvendo partes dos implementos é susceptível de ser reduzida em conformidade com requisitos de esforço de tração, mas nenhuma pesquisa específica sobre este assunto foi encontrado.

# Obrigado pela atenção

Duvidas e perguntas ?



[paulo.graziano@bioetanol.org.br](mailto:paulo.graziano@bioetanol.org.br)

