Encuentro Nacional de Siembra Directa
Colônia Unidas – Itapúa, Paraguay
25 a 27 de Julio de 2018

Manejando la materia orgánica del suelo apuntando sistemas de producción sostenibles bajo siembra directa

Dr. João Carlos de Moraes Sá

UEPG **Professor Associado C**

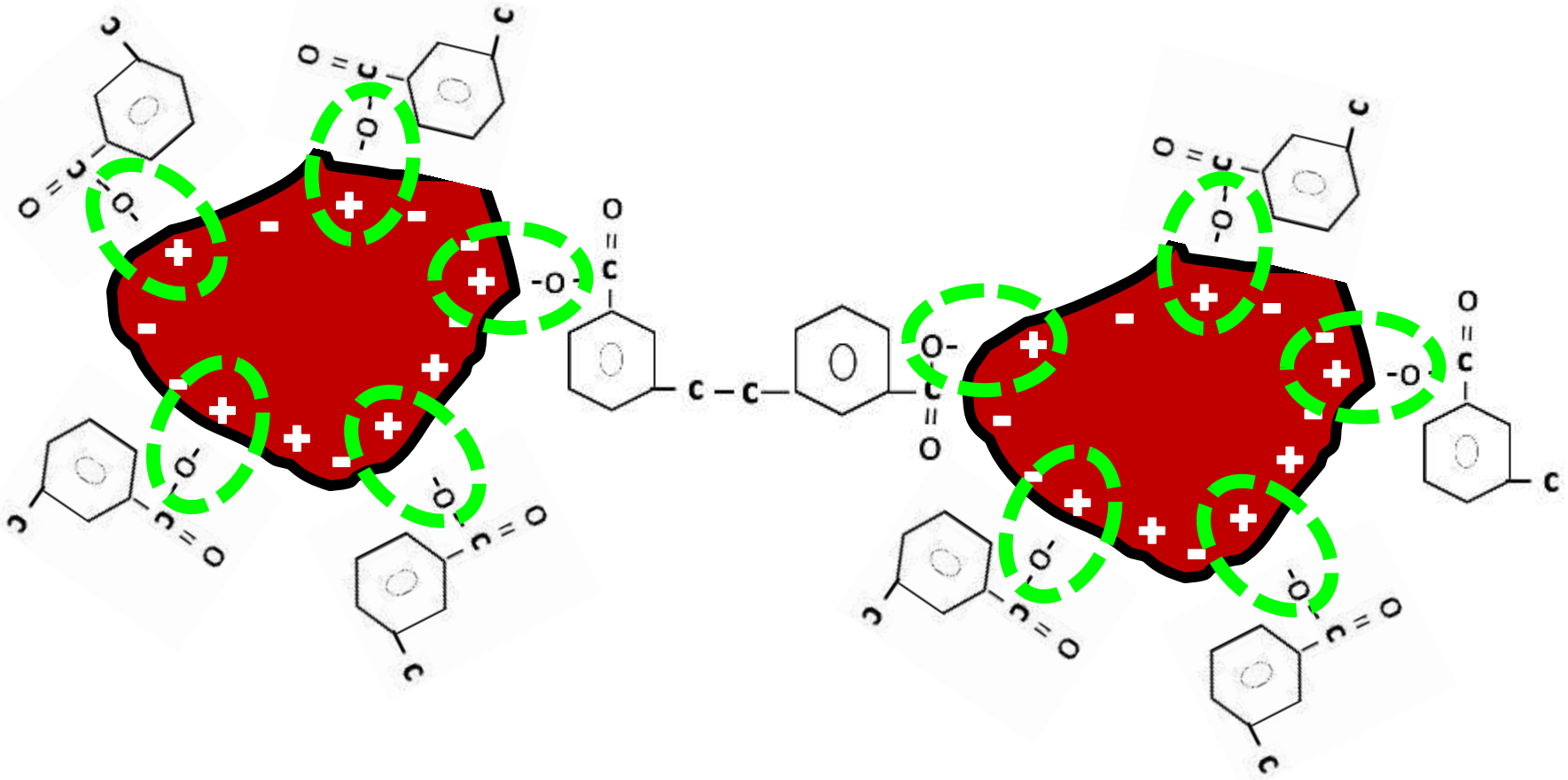
Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação **Presidente da Comissão Técnico-Científica**

CNPq **Bolsista de Produtividade em Pesquisa II**

“...para alimentar al mundo, primero debemos alimentar el suelo...”
Alimentar el suelo es manejar la materia orgânica!!!

Substâncias húmicas x Argila de baixa atividade

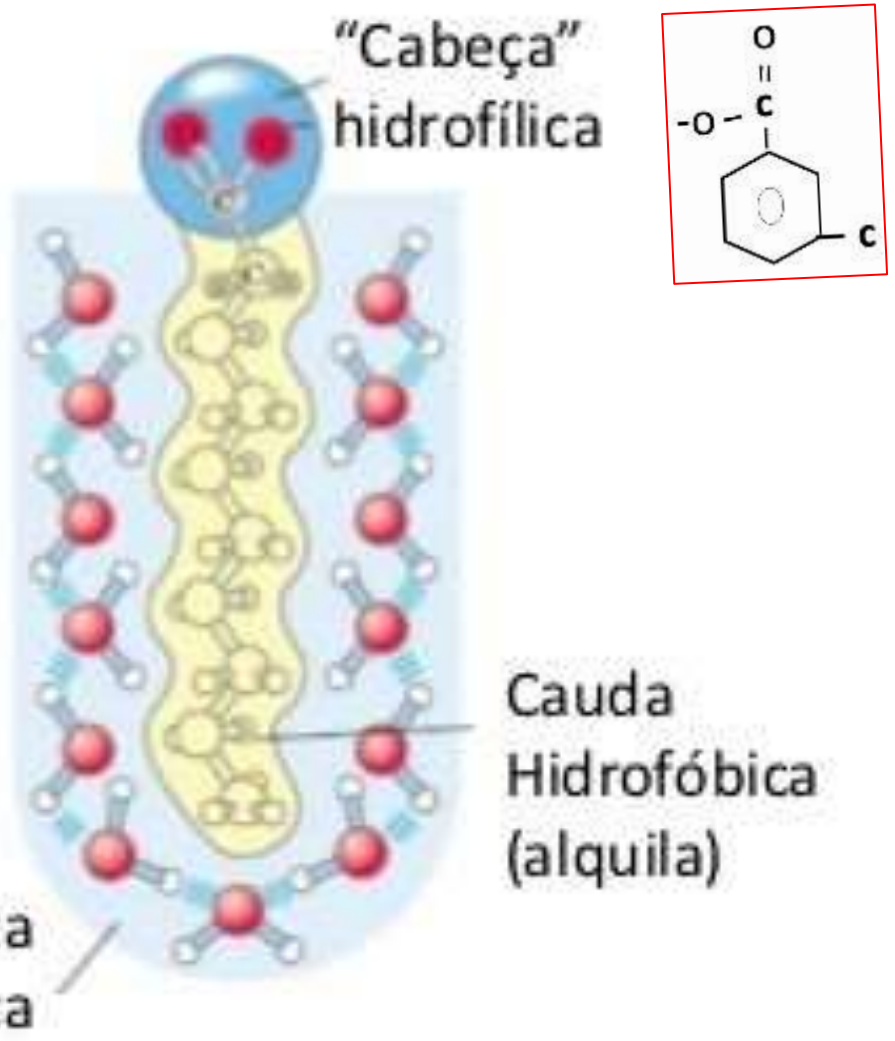
Óxidos de Fe/Caolinita
(argila 1:1)



Os grupos carboxila vão se ligando com as cargas positivas dos óxidos e hidróxidos de alumínio e colapsam em torno dos colóides formando complexos argila-humus

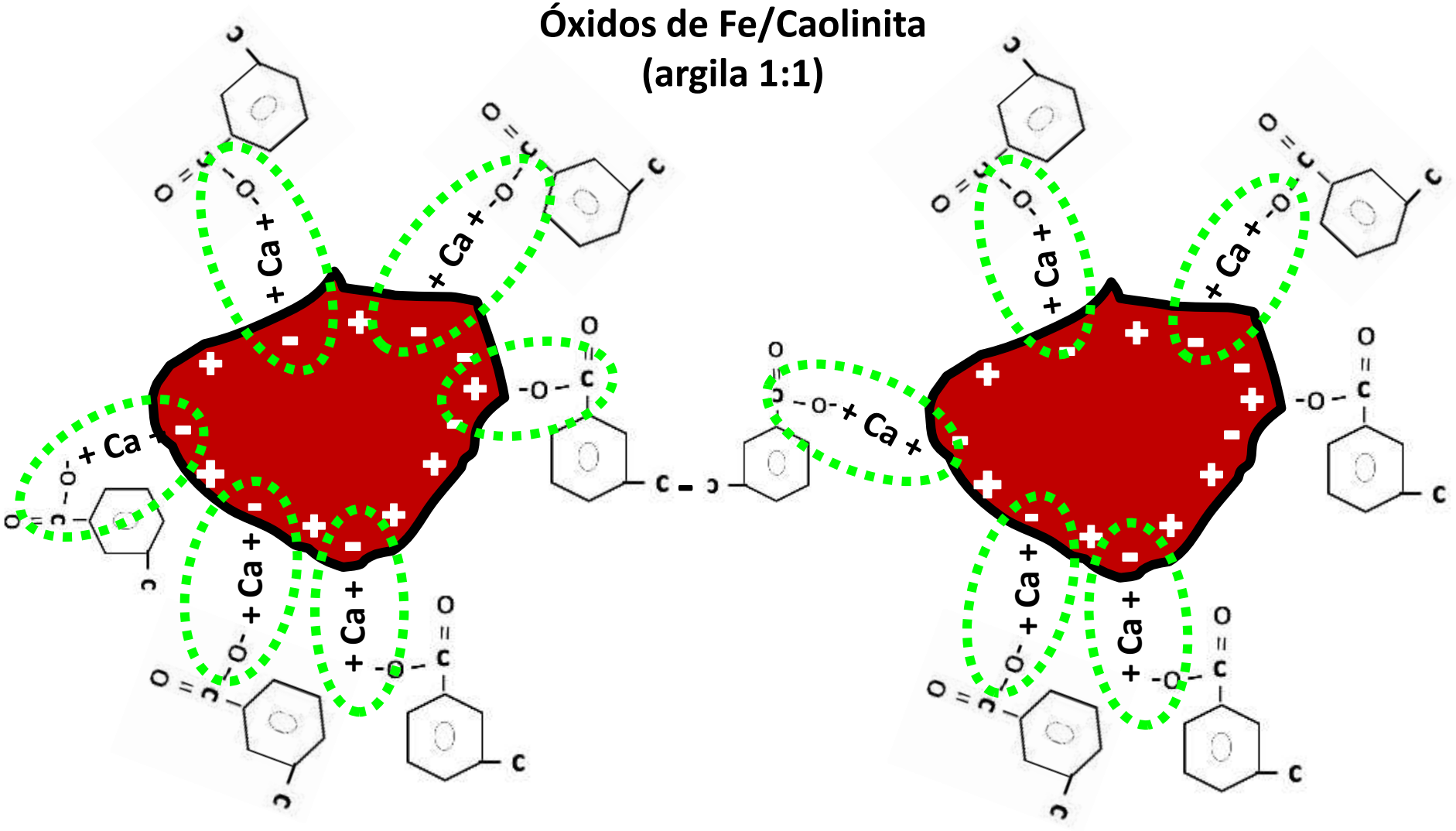
As moléculas de água em contato com a cauda apolar de um hidrocarboneto.

Isso leva a um aumento da quantidade de pontes de H (água – água) na região circundante a cauda polar

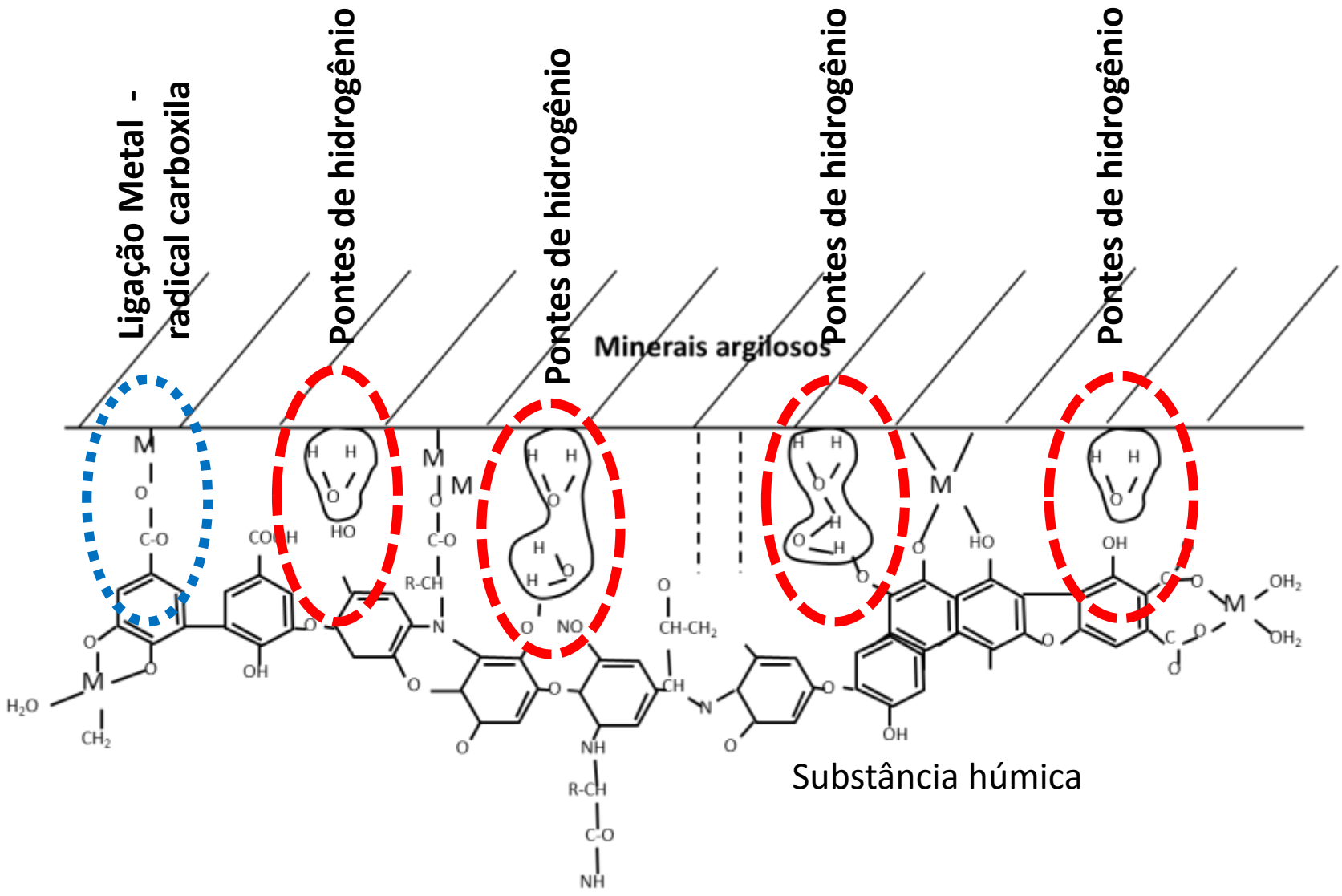


Um composto orgânico tem a capacidade em expandir-se em mais de 20 vezes o seu tamanho com moléculas de água

Ca^{2+} como ponte catiônica



As cargas negativas dos óxidos e hidróxidos de alumínio resultantes do aumento de pH se ligam ao Ca^{2+} fazendo as pontes com as substancias húmicas

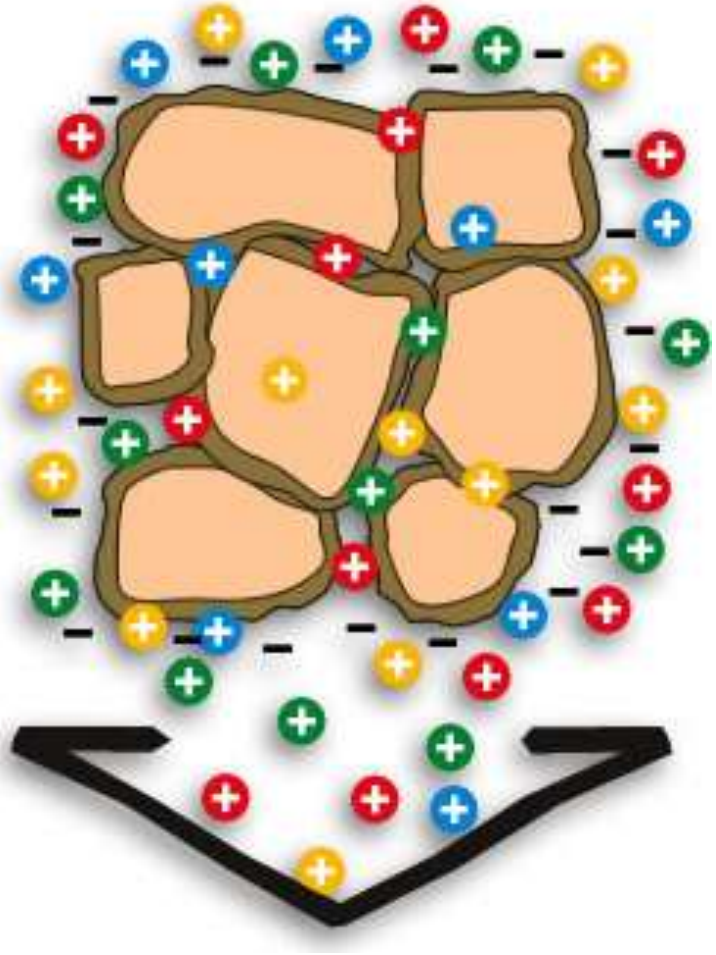

Ligação Metal - radical carboxila
Pontes de hidrogênio
Pontes de hidrogênio
Minerais argilosos
Pontes de hidrogênio
Pontes de hidrogênio
Substância húmica

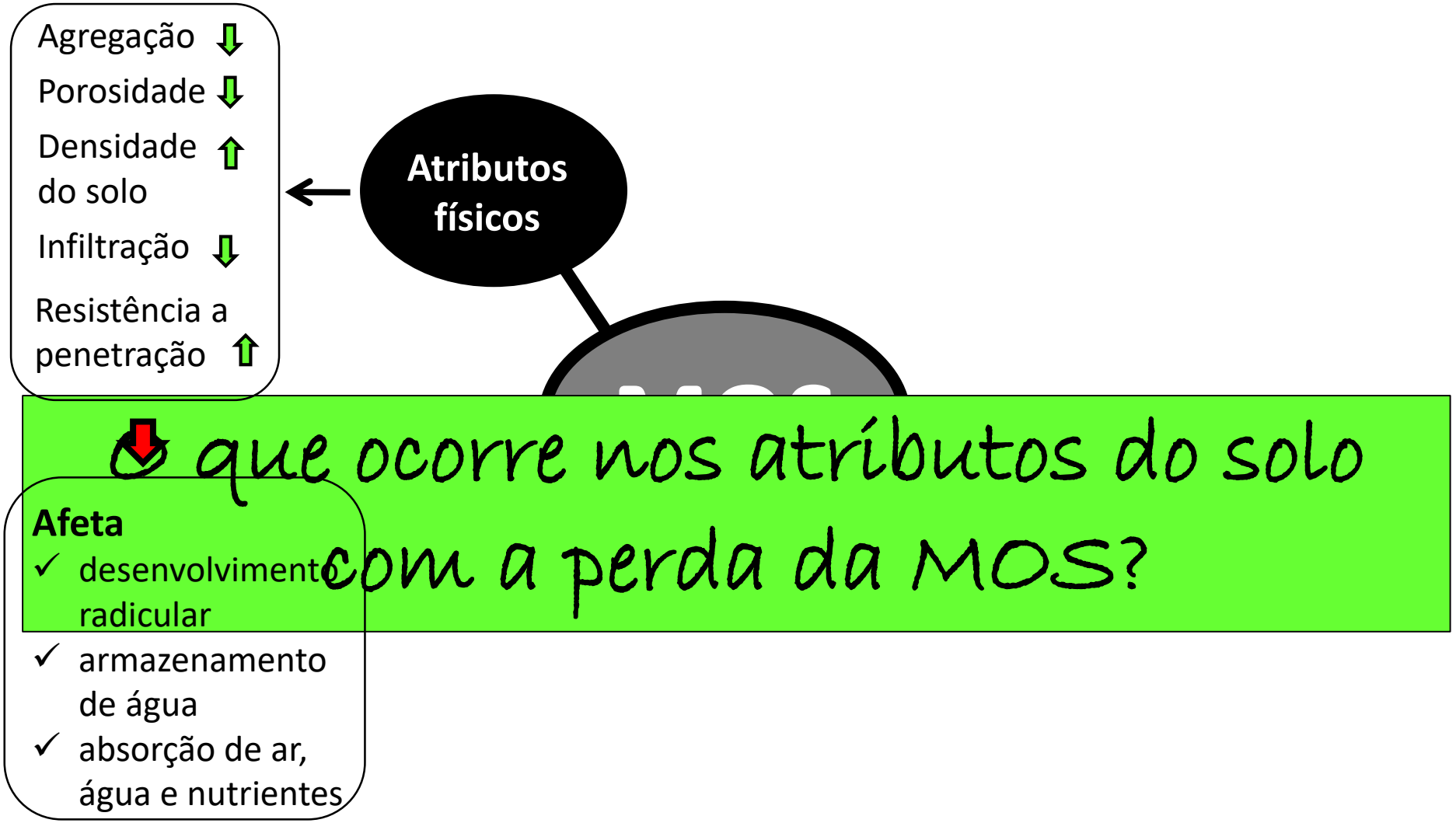
O papel das substâncias húmicas na CTC de solos arenosos

Partículas de areia sem ácidos húmicos não possuem CTC

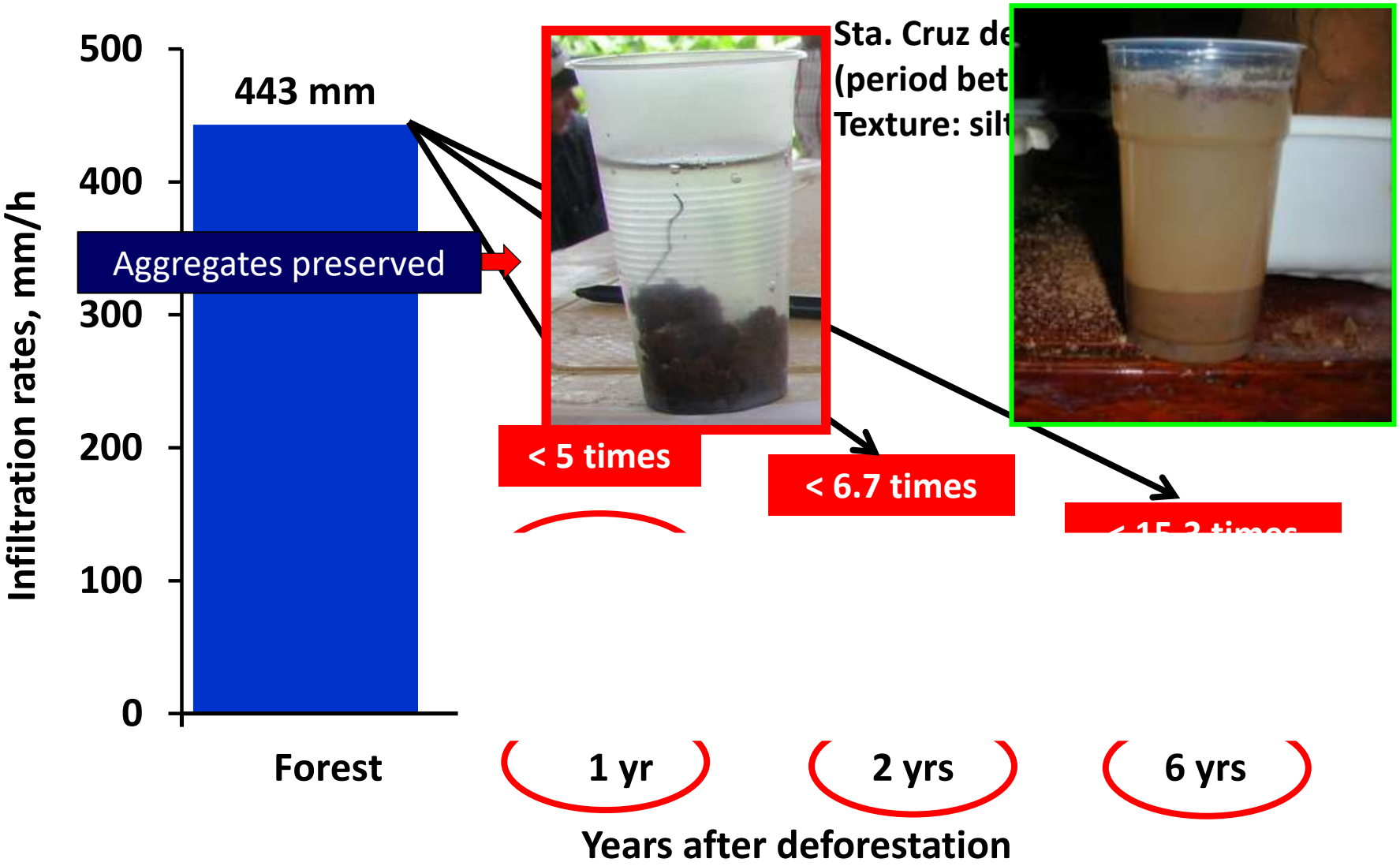
Os cátions são perdidos por lixiviação com as chuvas

Os ácidos húmicos colapsados as partículas de areia dão cargas negativas ao solo arenoso criando a atração molecular entre as cargas negativas com as cargas positivas dos cátions reduzindo as perdas por lixiviação e aumentando a CTC no solo

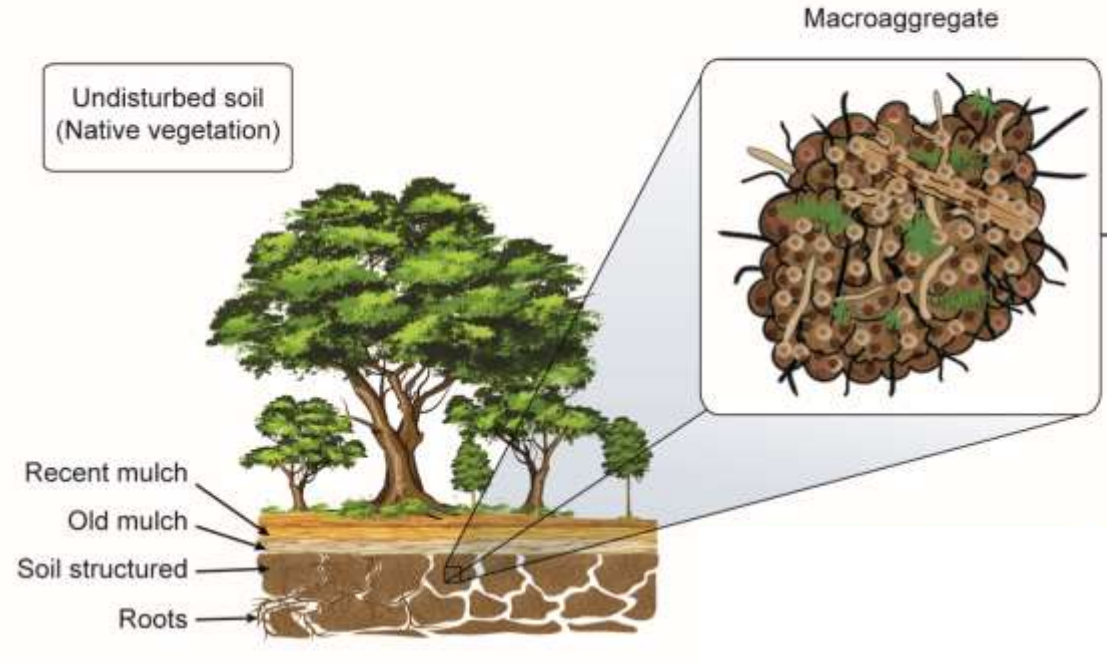



Agregação ⇩
Porosidade ⇩
Densidade do solo ⇧
Infiltração ⇩
Resistência a penetração ⇧
Atributos físicos
⇩ que ocorre nos atributos do solo com a perda da MOS?
Afeta
✓ desenvolvimento radicular
✓ armazenamento de água
✓ absorção de ar, água e nutrientes

Infiltration rates after deforestation and soybean production under conventional tillage

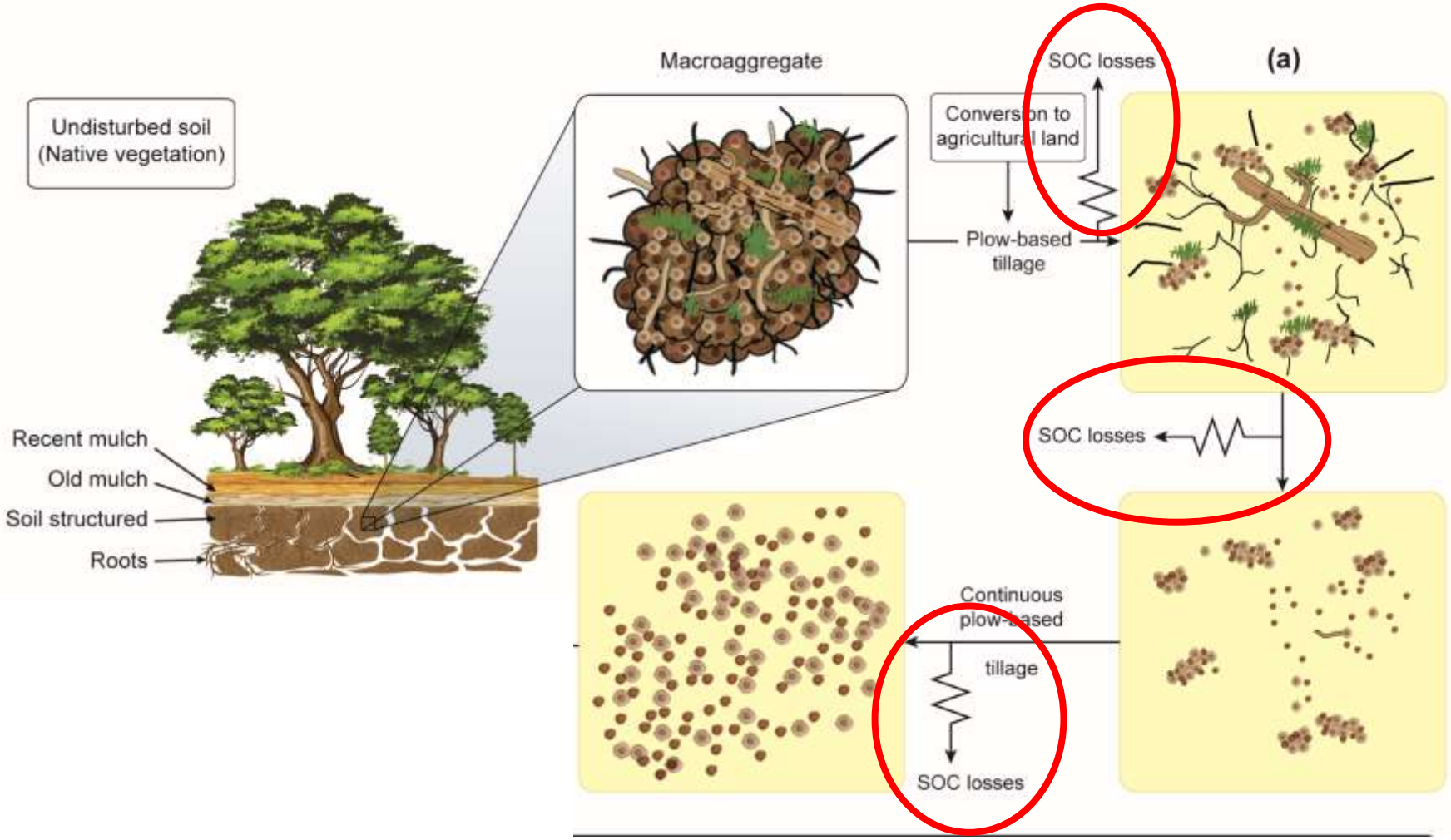


Source: Sá, et al., (Unpublished data)

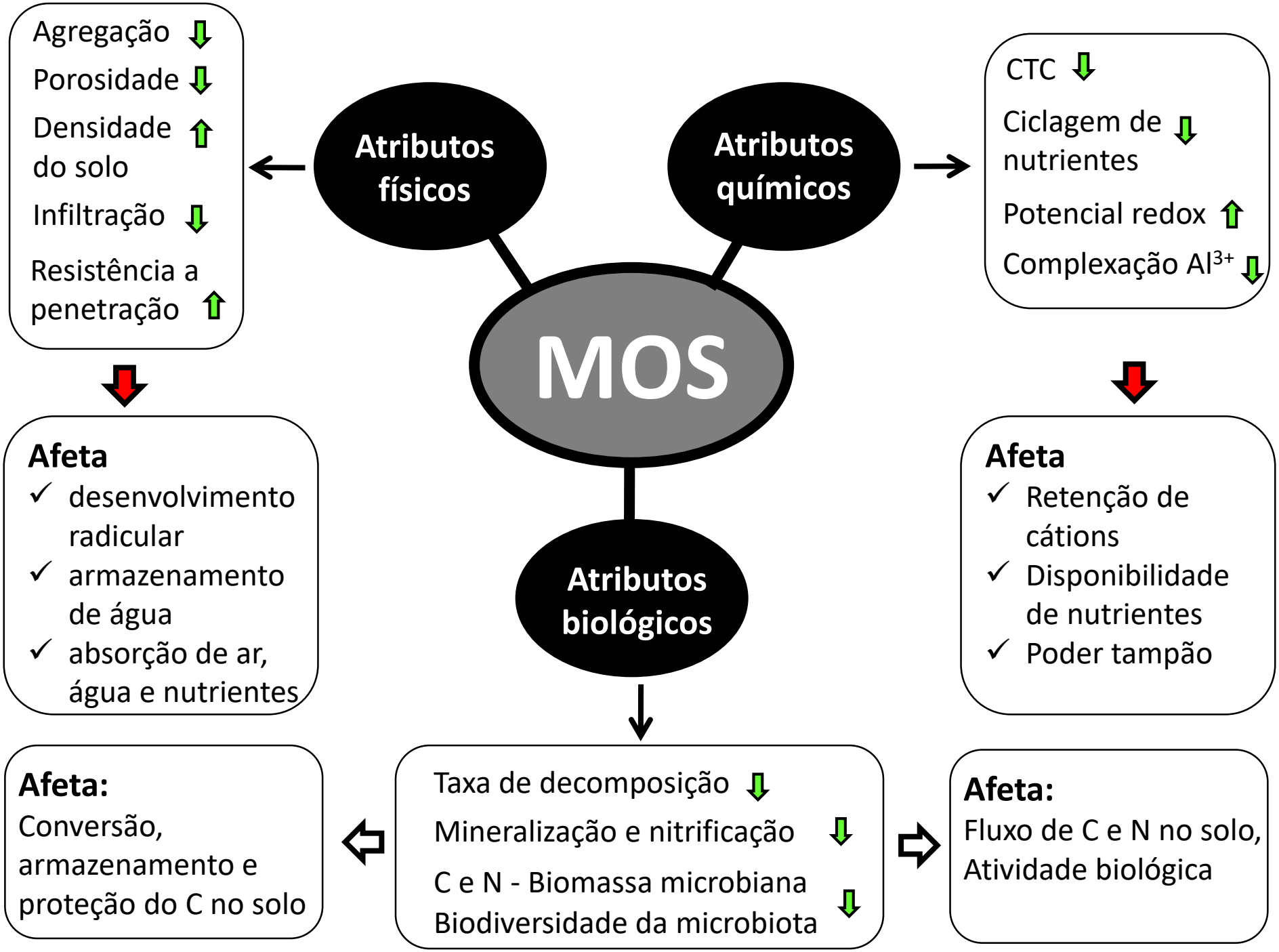


O preparo do solo rompe a estrutura e a agregação expondo a MO protegida dentro dos agregados ao ataque microbiano resultando na dispersão de partículas de argila, micro-estruturas de argila+silte

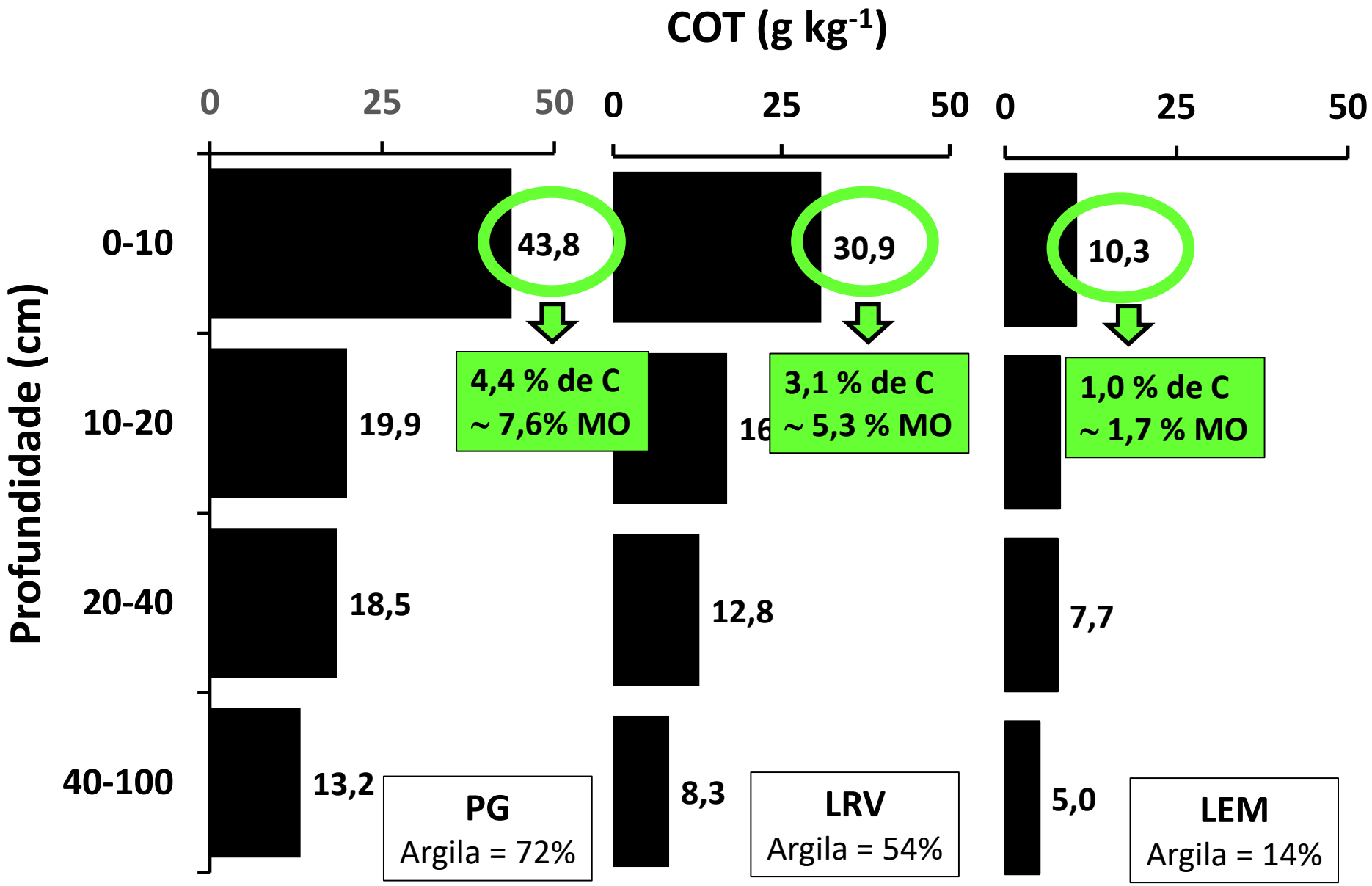
Source: Tivet, F.; Sá, JCM.; Lal, R. et al., 2013. Soil and Tillage Research, v. 126, 203-218



Fuente: Tivet, F.; Sá, JCM.; Lal, R. et al., 2013. Soil and Tillage Research, v. 126, 203-218

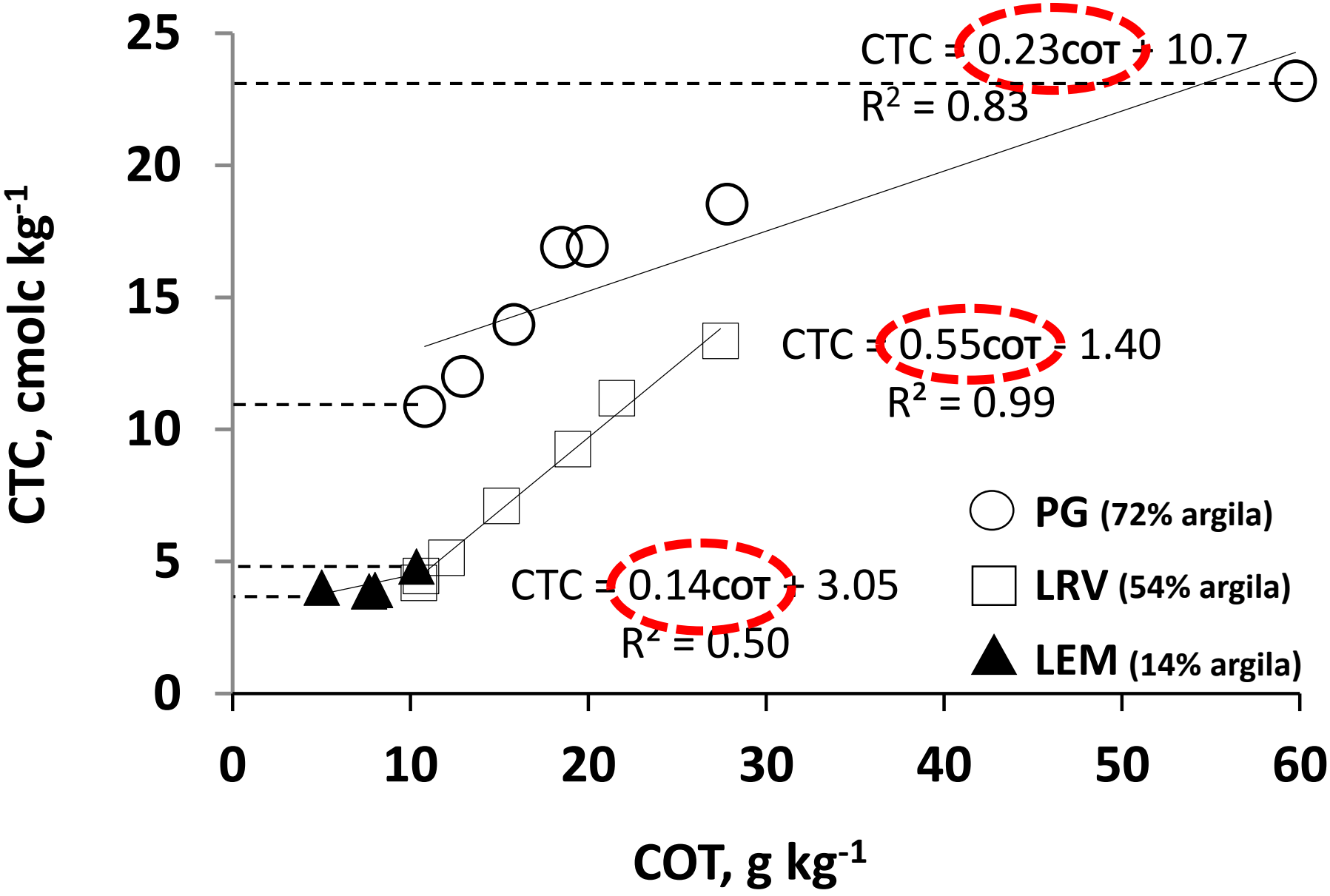

Agregação ⇩
Porosidade ⇩
Densidade do solo ⇧
Infiltração ⇩
Resistência a penetração ⇧
Atributos físicos
Atributos químicos
CTC ⇩
Ciclagem de nutrientes ⇩
Potencial redox ⇧
Complexação Al3+ ⇩
MOS
Atributos biológicos
Afeta
✓ desenvolvimento radicular
✓ armazenamento de água
✓ absorção de ar, água e nutrientes
Afeta
✓ Retenção de cátions
✓ Disponibilidade de nutrientes
✓ Poder tampão
Afeta:
Conversão, armazenamento e proteção do C no solo
Taxa de decomposição ⇩
Mineralização e nitrificação ⇩
C e N - Biomassa microbiana ⇩
Biodiversidade da microbiota
Afeta:
Fluxo de C e N no solo, Atividade biológica

Distribuição do conteúdo de C orgânico total (COT) em solo sob vegetação nativa



Fonte: Sá, Lal, Tivet, et al., 2015, Land Degradation and Development, 26:531-643

Relação entre o C orgânico e a CTC em solos com conteúdo de argila contrastante



Coeficiente de correlação linear (r) entre conteúdo de argila e o carbono orgânico total em Latossolos (PG)

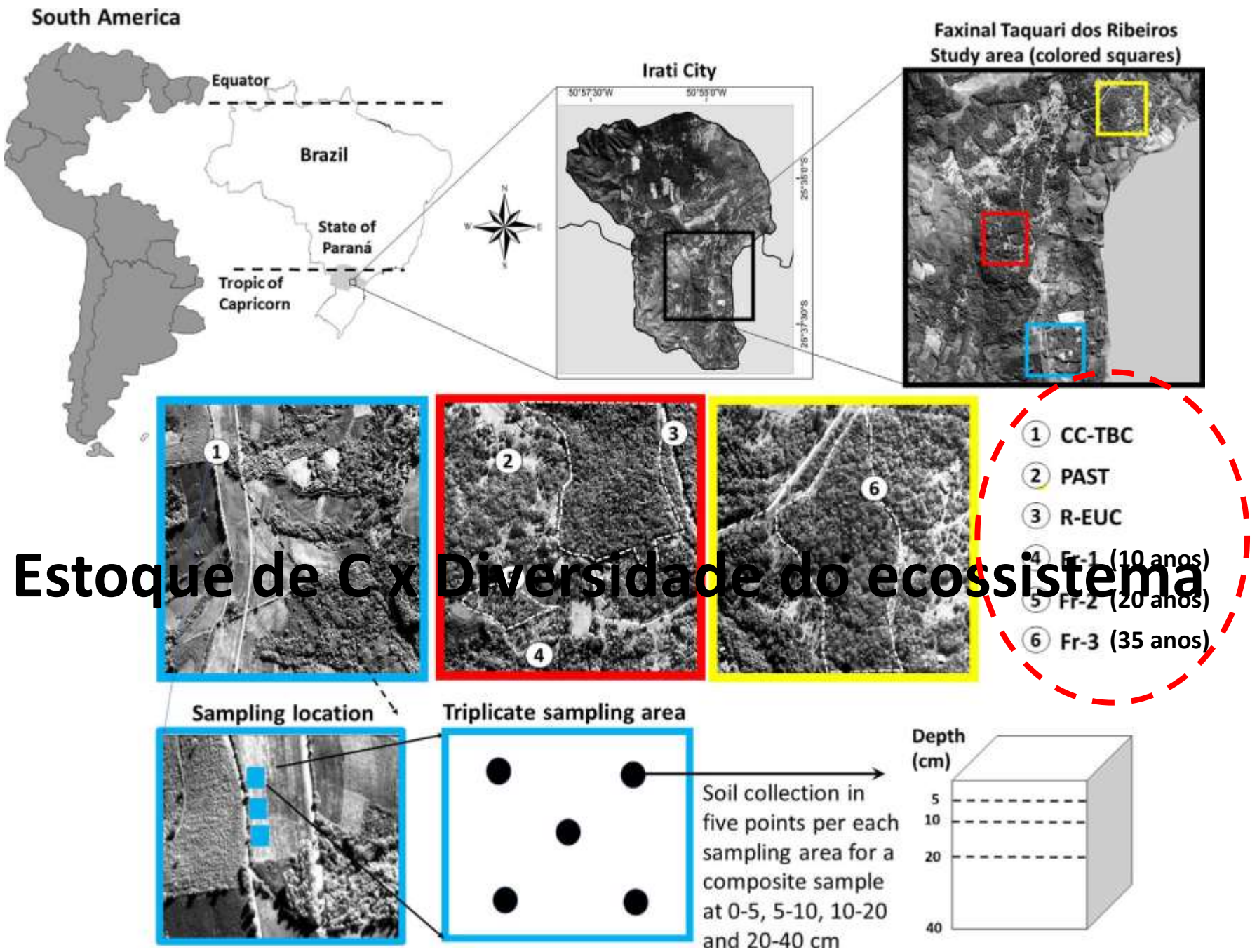
Profundidade de amostragem	Coeficiente de angular	Coeficiente de determinação	Perfis de solos avaliados
(cm)	(x)	(R^2)	n
0-10	0,064		
10-20	0,045		
20-40	0,033	0,81	27
40-70	0,021	0,73	27
70-100	0,019	0,57	27

Para cada:
1 g de argila (0,1%) = 0,064 g C
10 g de argila (1%) = 0,64 g de C
100 g de argila (10%) = 6,4 g de C

3,4 vezes

Fonte: Sá, Santos, Lal et al., 2013. Soil Sci. Soc. Am J. 77:2094–2110

Diversidade de espécies aumenta o C no solo e influência nos sistemas de produção?



Estoque de C x Diversidade do ecossistema

Fonte: Sá, et al., 2018. Ecological Indicators, 84: 96-105

Vegetation characteristics in all land use systems of the Faxinal

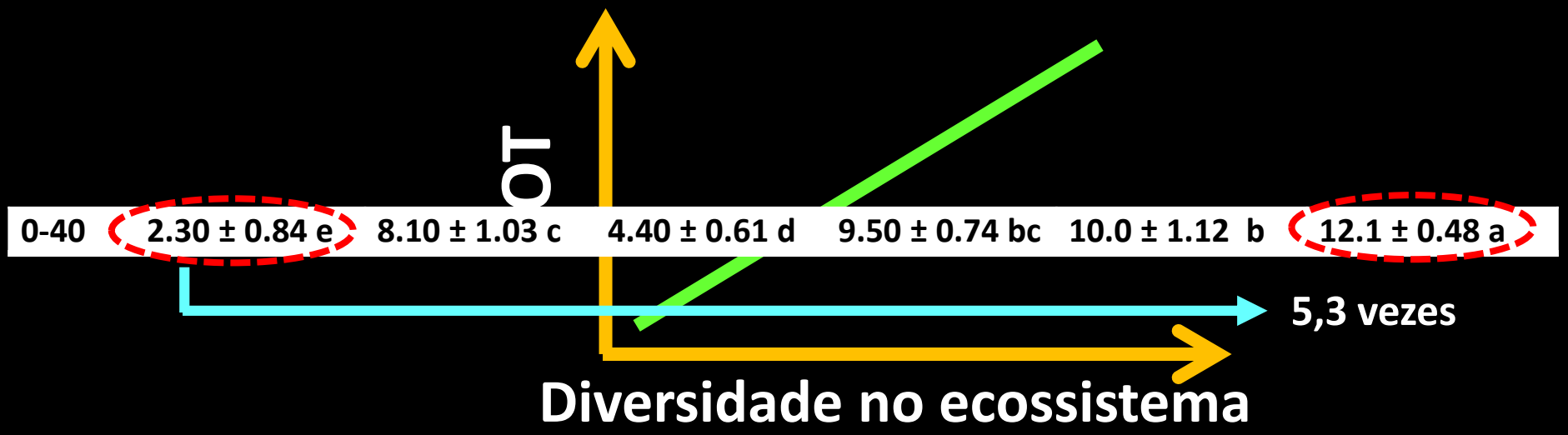
Land use	Complexity of vegetation		Diameter at	Plants
	Number of species (m^{-2})	Number of families (m^{-2})	brest height	height
CC-TBC	**Nicotiana Tabacun**	**Solanaceae**	**--x--**	**1**
PAST	C_4 grasses	Poaceae	**--x--**	**0.5**
R-EUC	Eucalyptus Grandis	Myrtaceae	**10 - 15**	**15**
FR-1 10 anos	**Trichilia clausenii; Cryptocaria aschersoniana; Cupania vernalis; Cedrella fissilis and C4 Grasses**	**Meliaceae; Lauraceae; Graminae**	**5 - 15**	**< 2**
FR-2 20 anos	**Casearia obliqua; Sebastiania commersoniana; Eugenia ramboillex; paraguariensis; Casearia sylvestris; Syagrus romanzoffiana**	**Salicaceae; Myrtaceae; Euphorbiaceae; Aquifoliaceae; Arecaceae**	**10 - 40**	**< 10**
FR-3 35 anos	**Casearia obliqua; Dalbergia brasiliensis; Ocotea teleiandra; Luehea divaricata; Banara tomentosa; Araucaria angustifolia; Luehea divaricata; Calycorectes psidiflora; Syagrus romanzoffiana; Campomanesia pubescens; Casearia sylvestris**	**Salicaceae; Fabaceae; Lauraceae; Salicaceae; Tiliaceae;Araucariaceae; Arecaceae; Myrtaceae**	**≥ 40**	**10 - 15**

Fonte: Sá, et al., 2018. Ecological Indicators, 84: 96-105

Estoque de C x Diversidade do ecossistema

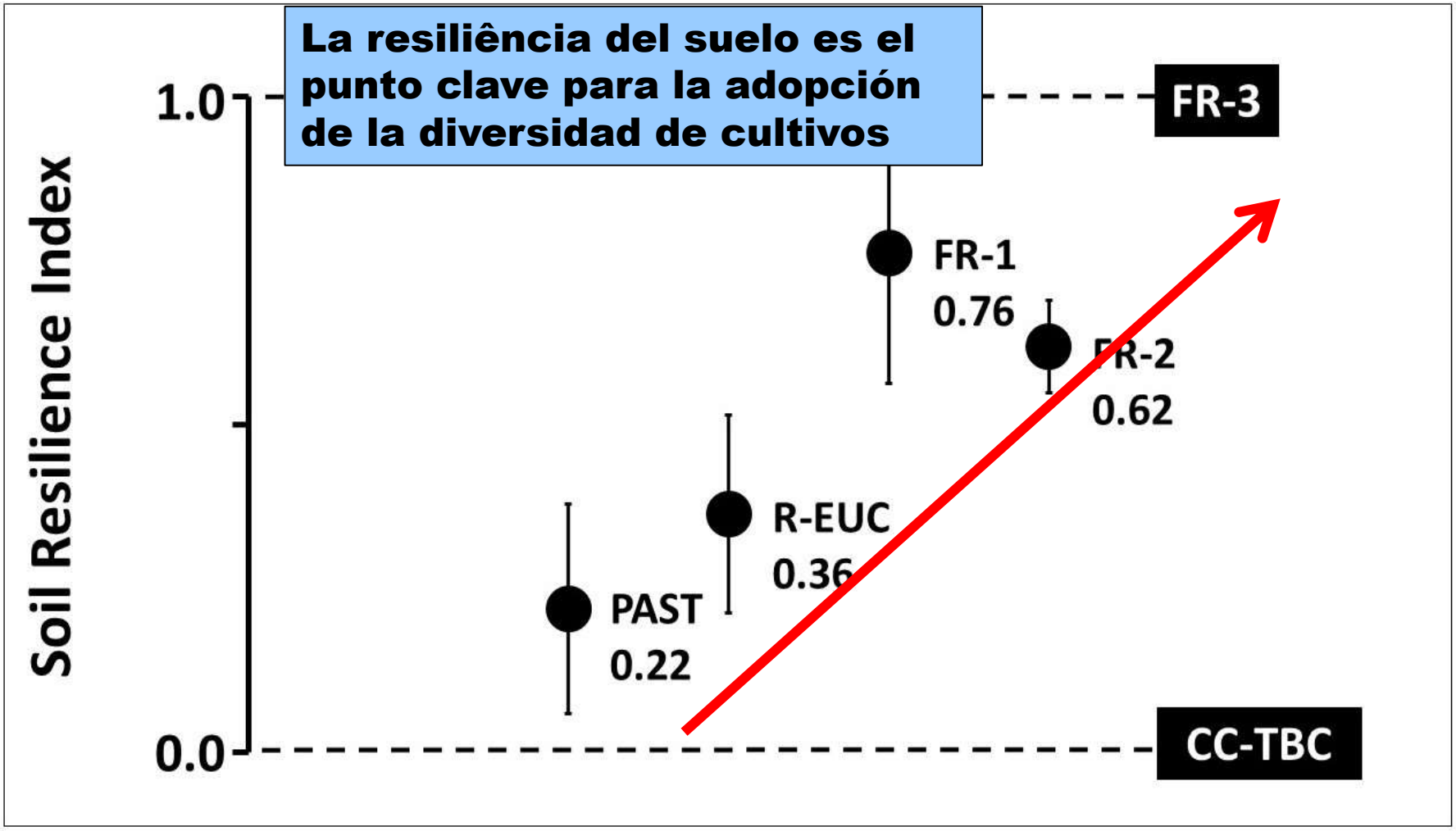
Prof.	Sistema de uso da terra					
	CC-TBC	PAST	R-EUC	FR-1	FR-2	FR-3
	Estoque COT, Mg ha^{-1}					
0-40	63.1 ± 6.8 d	77.7 ± 6.5 c	87.2 ± 7.7 c	113.8 ± 7.6 b	104.3 ± 2.95 b	129.6 ± 6.1 a

Taxa anual de sequestro de C = 1,9 ton C ha^{-1}



Fonte: Sá, et al., 2018. Ecological Indicators, 84: 96-105

Índice de resiliência do solo em resposta ao aumento da biodiversidade no uso da terra



Fonte: Sá, et al., 2018. Ecological Indicators, 84: 96-105

Quando conseguimos mitigar C no solo no sistema de produção?

Balanço de C no solo

Entrada de C < saída de C

Solo = fonte de emissão de CO_2

Entrada de C > saída de C

Solo = dreno de CO_2

Taxa de perda de C devido ao preparo convencional em região tropical

Local	Tipo de	*COT medido*		Adição	Taxa anual de	Taxa anual
	Manejo	t_1	t_2	C anual	Decomp.	Sequestro
		---------- Mg ha^{-1} ----------			---%---	-- Mg ha^{-1} --
CV	PC-S	18.12	17.04	1.15	4,60	- 0.54
						1450 mm
LRV	PC-S	48.30	43.70	0.97	5,10	- 0.93
						1950 mm
Snp	PC-S	48.68	43.70	0.92	5,60	- 1.25
						2150 mm

CV = Campo Verde-MT; LRV = Lucas do Rio Verde-MT; SNP = Sinop-MT

Sá et al., 2006 – Edafologia, v. 13, 139-150

Conversão do C da palha e perdas via oxidação pela microbiota em SPD

Tx. de conversão:
C-resíduos para C-solo

Sub-tropical = 14 a 26,4%
Tropical = 11 a 20,5%

CO_2

Sinop-MT
85,7 %
13° SL

CO_2

CO_2

Prv. Lst - MT
84,1 %
16° SL

Saída de
73,6 %

Adição de 1.0 ton de de C via palhada

Ponta Grossa
25° LS

Fonte: Sá et al. SSSAJ 2001; Sá et al., Edafologia 2006; Tivet et al., 2013, Soil Tillage Research; Sá et al., 2014, Soil and Tillage Research, Sá et al.,2015, Land Degradation and Development

Balanço e taxa de sequestro de C em função do manejo do solo associado ao sistema de produção em PD

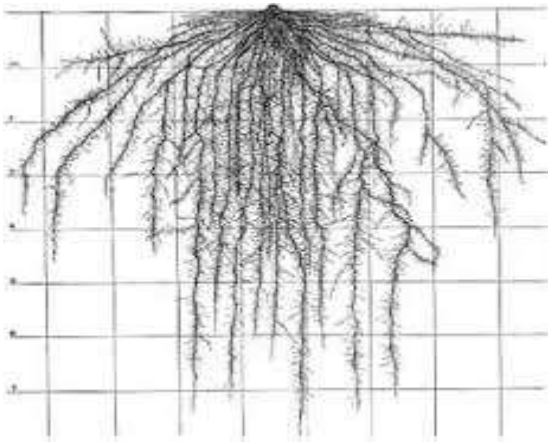
Local	Tipo de	*COT medido*		Adição	Taxa anual de	Taxa anual
	Manejo	t_1	t_2	C anual	Decomp.	Sequestro
		---------- Mg ha^{-1} ----------			---- % -----	-- Mg ha^{-1} --
CV	PC-S	18.12	17.04	1.15	4,60	- 0.54
	PD-S/Els+Crt	28.47	32.05	20,7	1,40	1.79
	PD-S/ Sgh+Brq+Crt	30.66	35.03	21,5	1,10	2.18
LRV	PC-S	48.30	43.70	0.97	3,10	- 0.93
	PD-S/Els+Crt	55.80	65.10	16,5	0,70	1.86
	PD-S/ Sgh+Brq+Crt	58.30	68.80	17,6	0,60	2.10
Snp	PC-S	48.68	43.70	0.92	5,60	- 1.25
	PD-S/Els+Crt	40.30	47.20	22,3	1,00	1.73
	PD-S/Tifton	43.02	53.40	28,5	1,20	2.60

Sá et al., 2006 – Edafologia, v. 13, 139-150

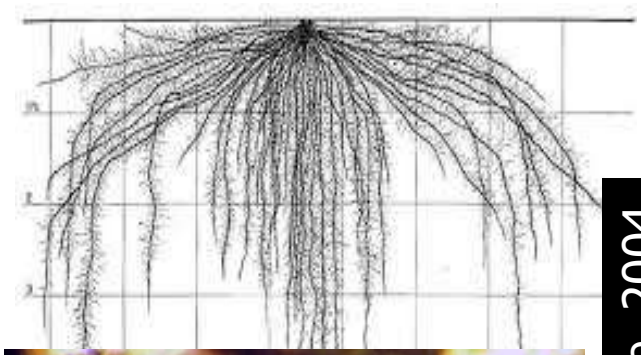
Photo by J.C.M. Sá

As raízes dão o primeiro passo na re-organização dos agregados

Precisamos de rotação de raízes!!!



Precisamos de uma rotação de raízes!



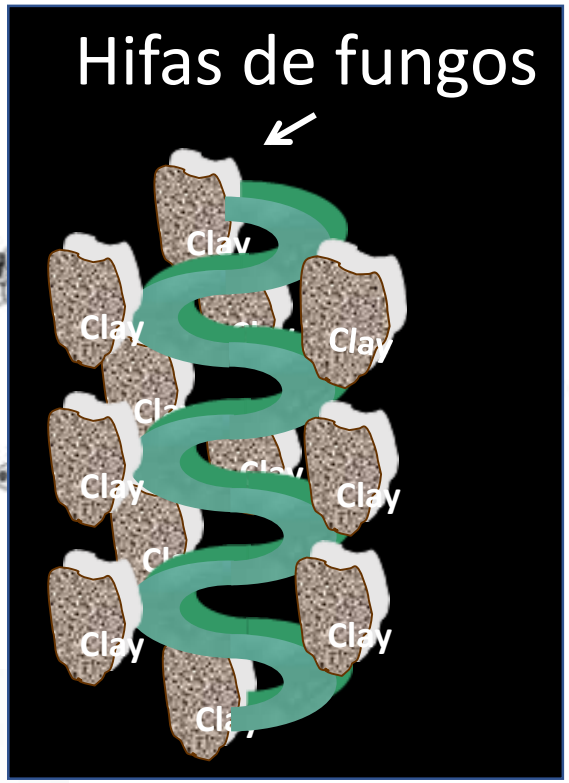
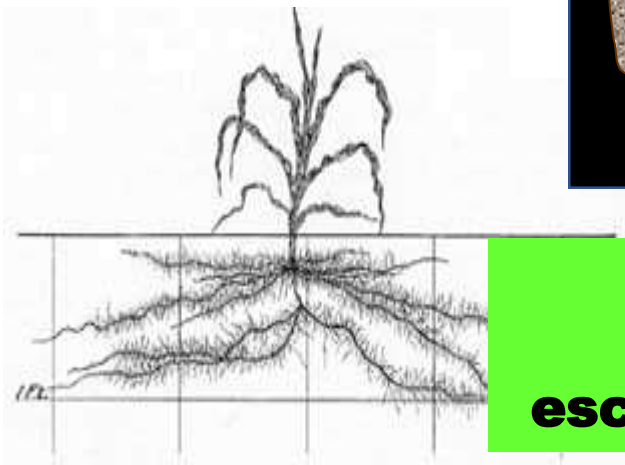
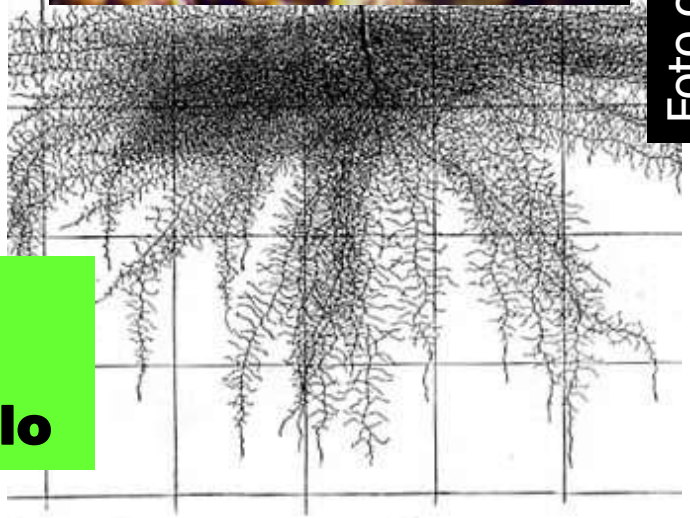


Foto cedida por Mikha and Rice, 2004

As raízes que irão reorganizar a estrutura deteriorada pelo preparo do solo

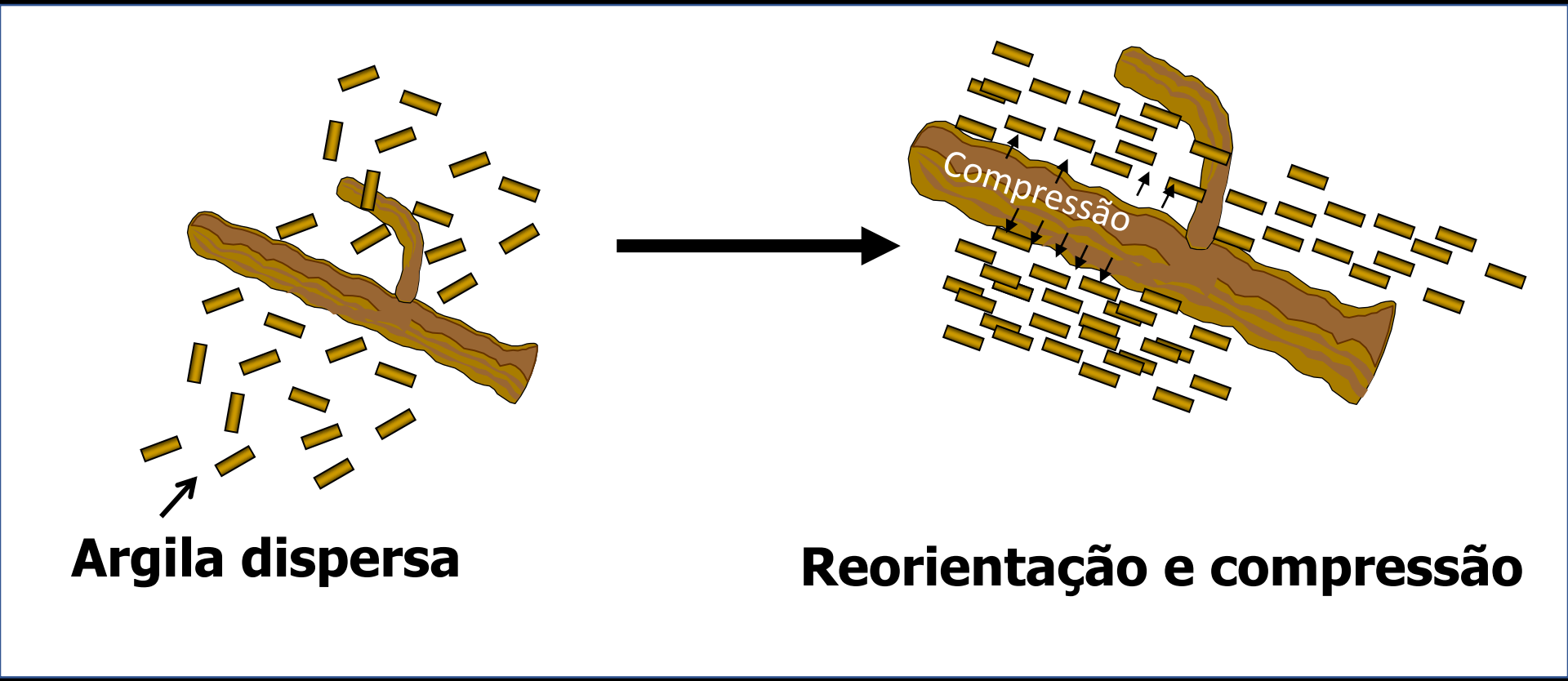




As raízes são os verdadeiros escarificadores do solo

Recuperação da agregação

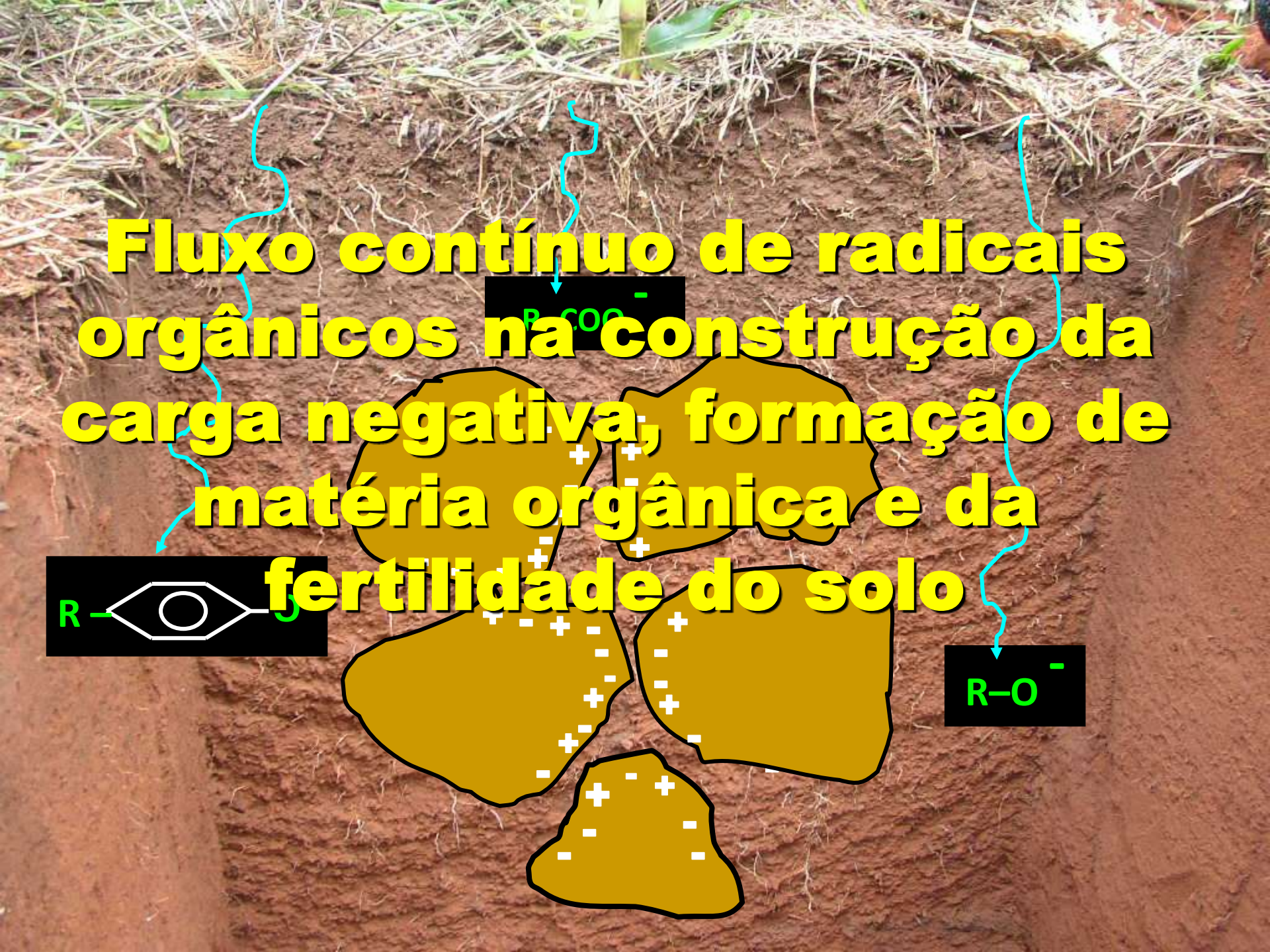
Raízes finas penetram nos poros e causam o secamento ao redor das raizes.

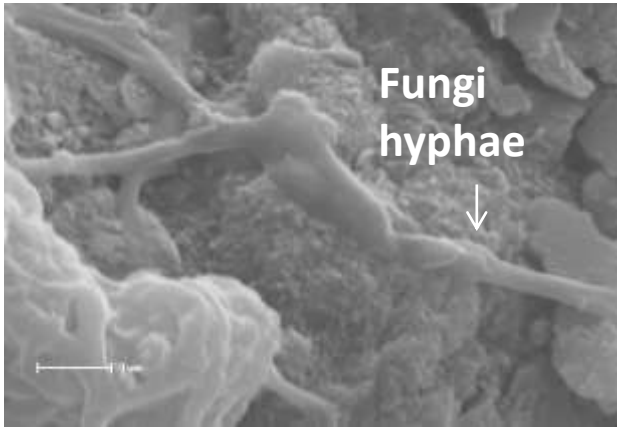


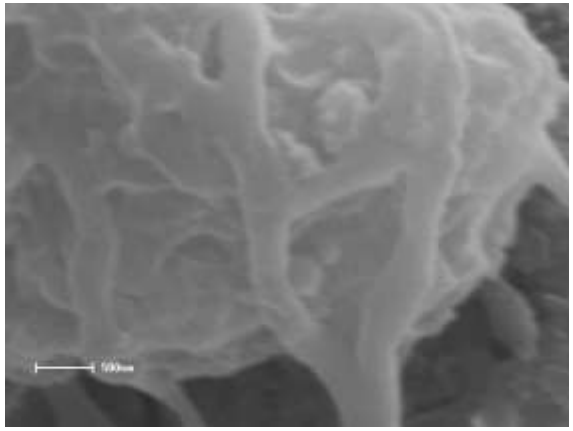
As raízes reorganizam as partículas de argila com a compressão e estabilizam com os polissacarideos excretados pelos microrganismos e as raízes.

Eleusine coracana **– Argila = 480 g kg^{-1}** **Foto cedida por: Lucien Séguy**

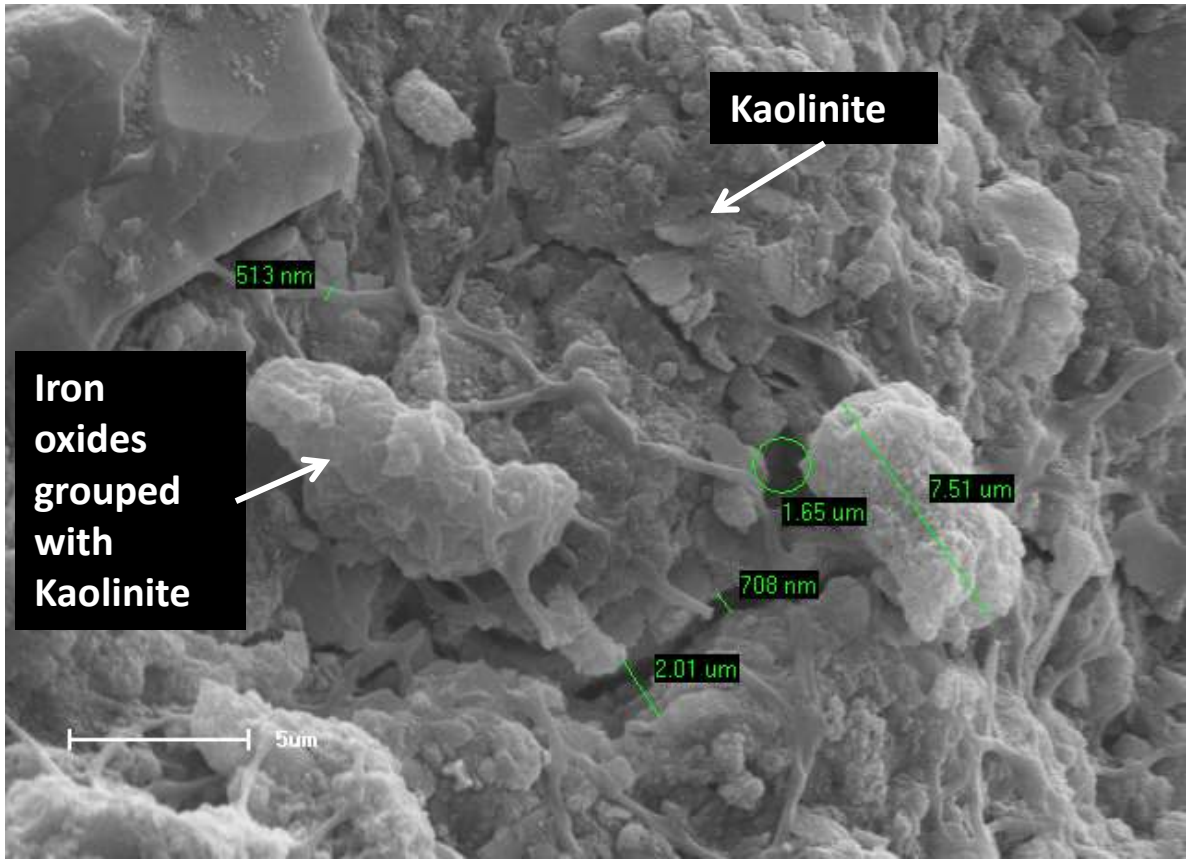
***Azevém* – Argila = 140 g kg^{-1}**
Foto: JCM Sá


Fluxo contínuo de radicais orgânicos na construção da carga negativa, formação de matéria orgânica e da fertilidade do solo
R–COO -
R
O
R–O -

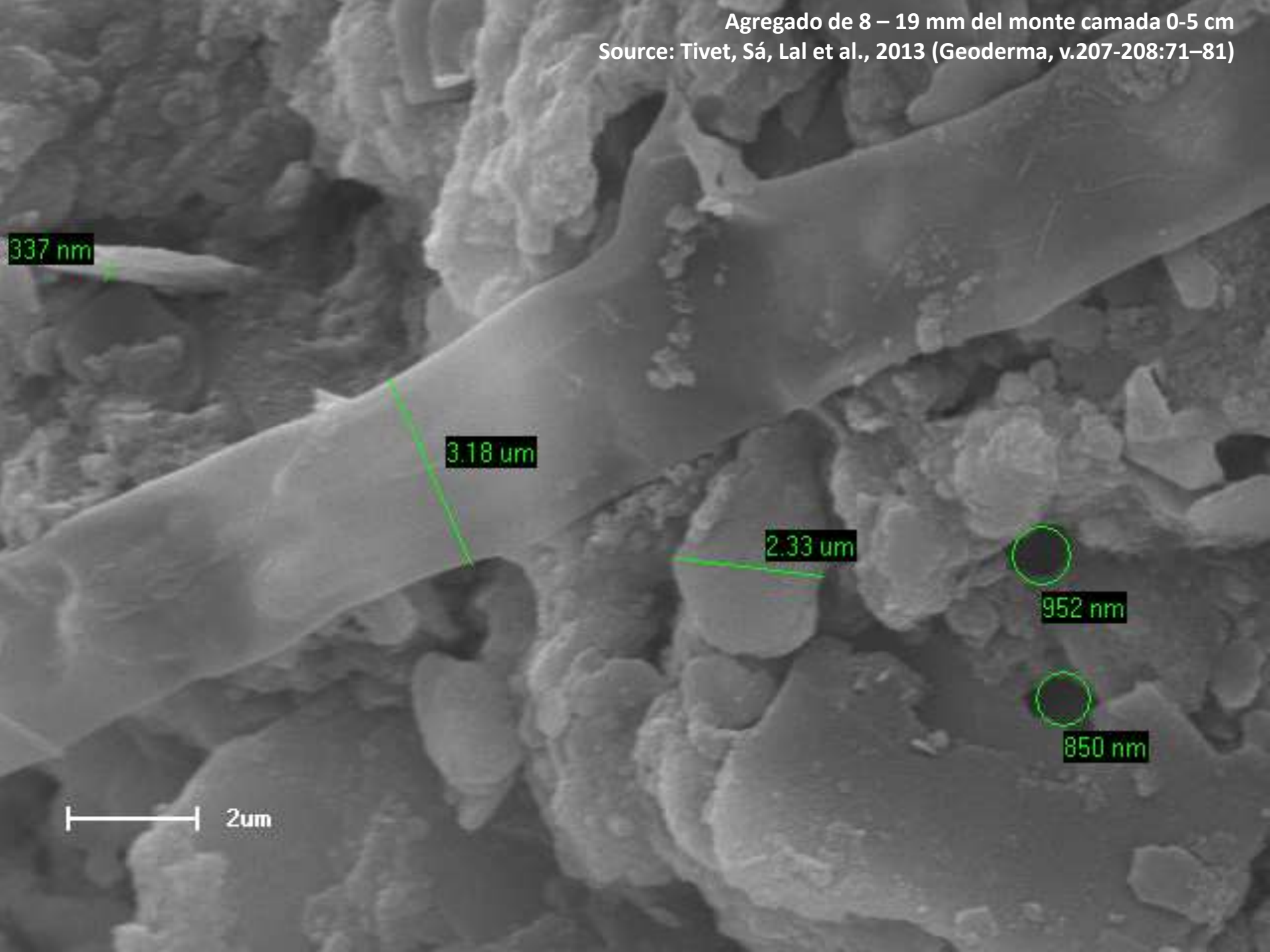




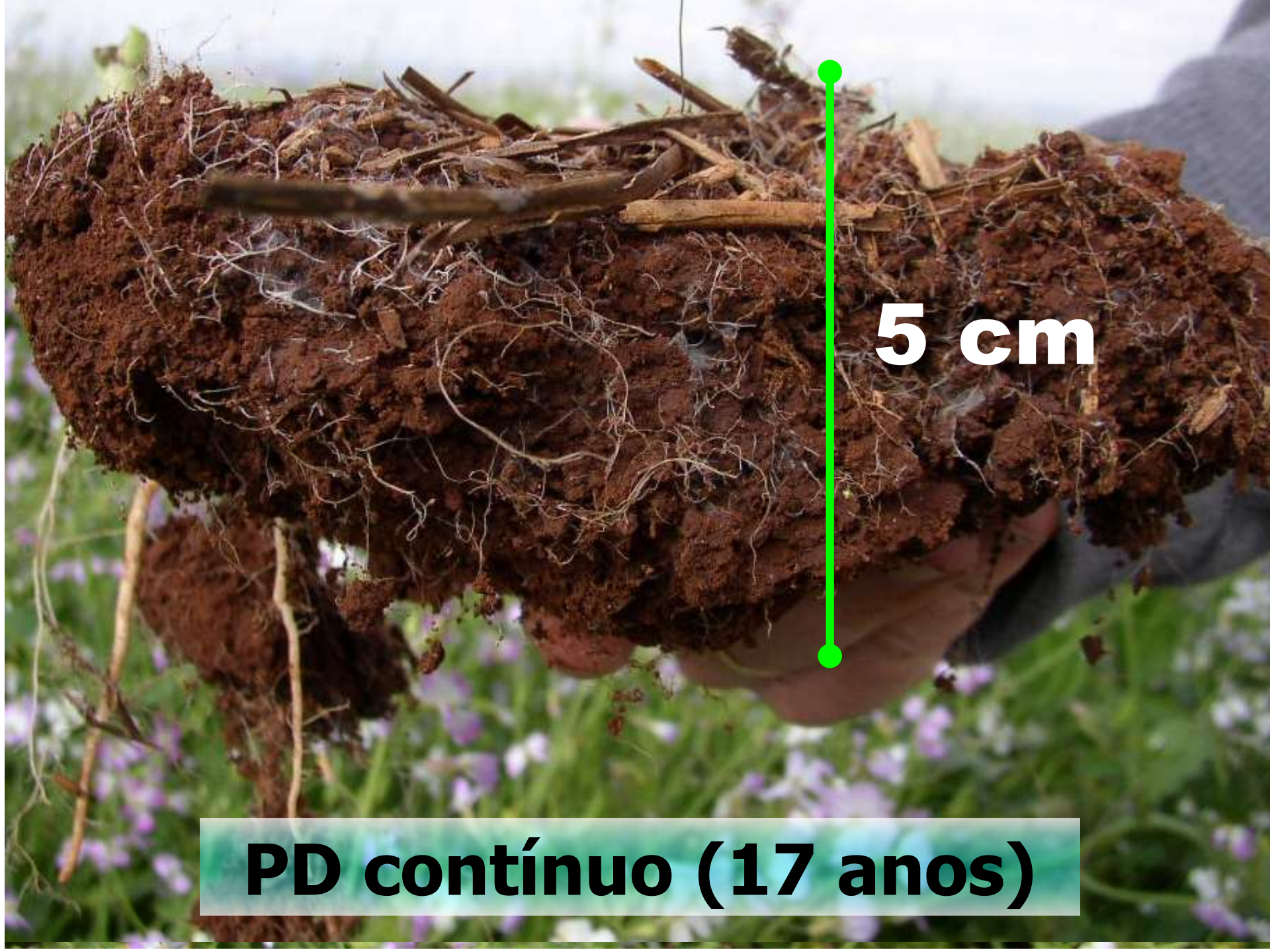
The microbial community, specially fungi, enhance and embrace dispersed particles creating the small microaggregates to build macroaggregates



Source: Tivet, Sá, Lal et al., 2013. Geoderma, v.207-208:71–81



Agregado de 8 – 19 mm del monte camada 0-5 cm
Source: Tivet, Sá, Lal et al., 2013 (Geoderma, v.207-208:71–81)


5 cm
PD contínuo (17 anos)

Quando o sistema é considerado sustentável?

Mínimo Revolvimento do solo

Cobertura Permanente do solo

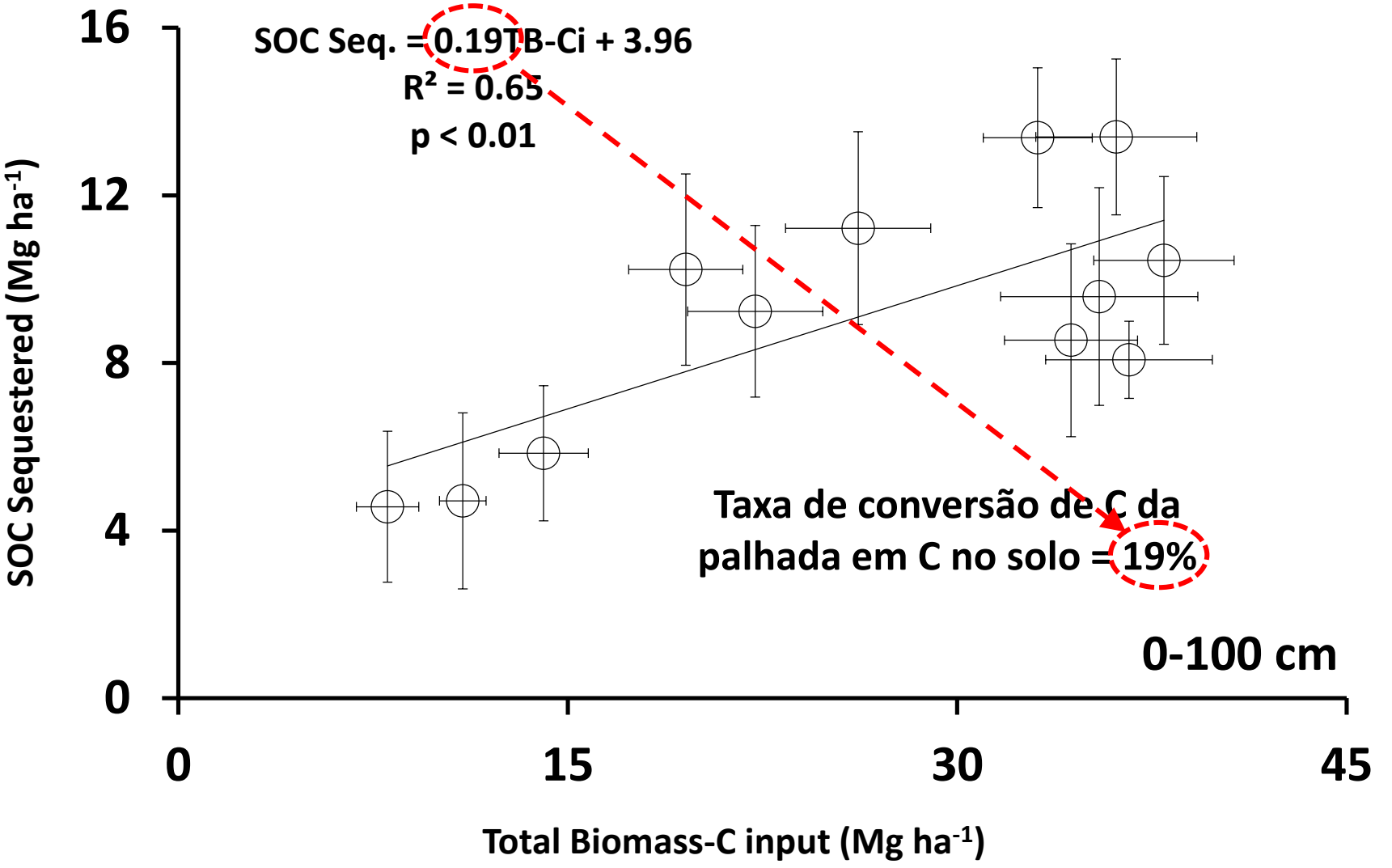
Diversidade na rotação de culturas

Pilares do SPD

Fonte: Adaptado de FAO, 2014

Deixa de existir uma camada arável, para dar lugar a uma camada superficial muito enriquecida, a dinâmica da matéria orgânica sobre profunda alteração.
Sá, 1993

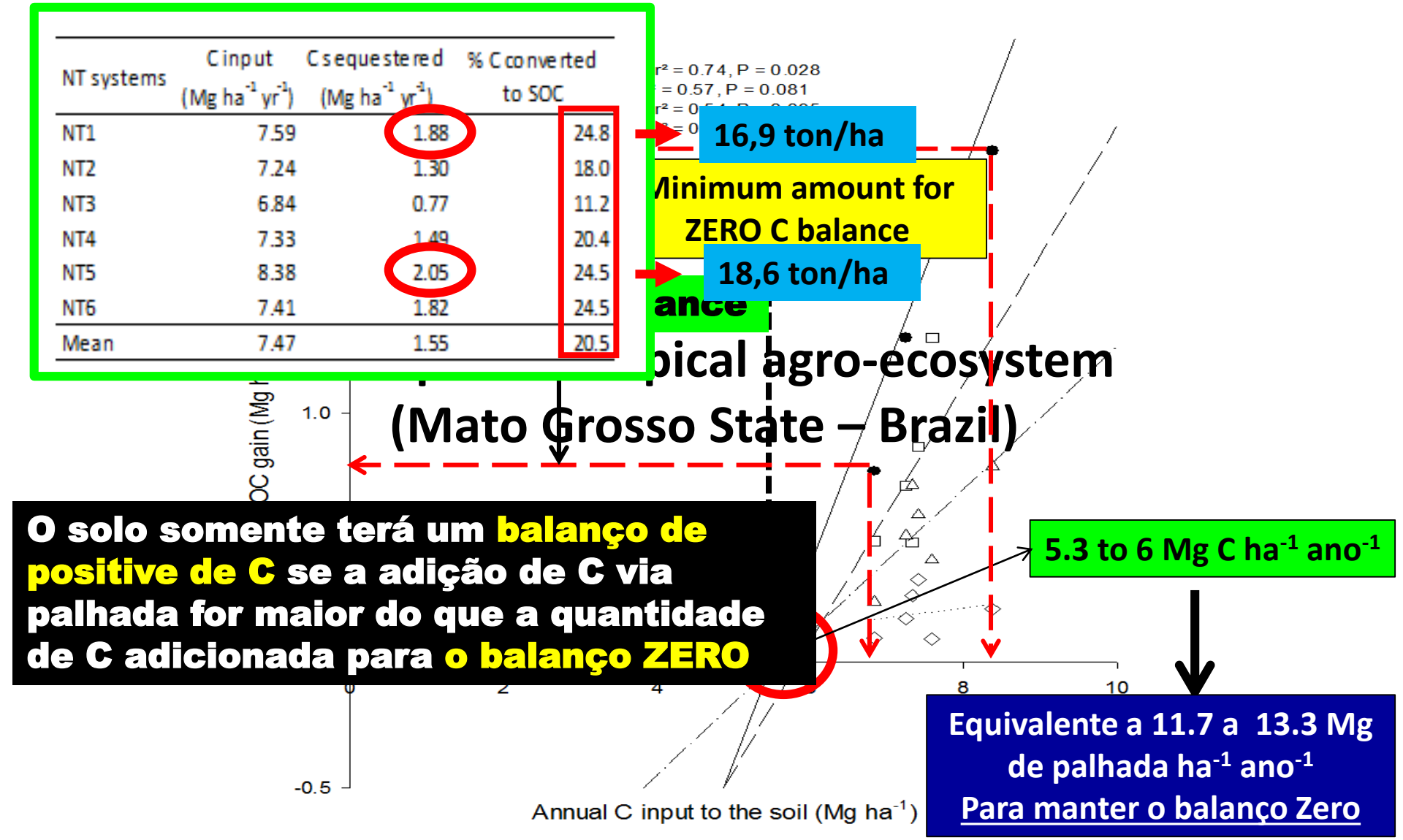
C sequestrado no perfil de 0-100 cm em resposta a adição de C pela palhada (2009 a 2013) em um Latossolo em região tropical



Fonte: Hok, Sá et al., Agric. Ecosys. Envir., 2015

Quantidade de **C adicionado via resíduos culturais** para manter o equilíbrio no solo

NT systems	C input (Mg ha^{-1} yr^{-1})	C sequestered (Mg ha^{-1} yr^{-1})	% C converted to SOC
NT1	7.59	1.88	24.8
NT2	7.24	1.30	18.0
NT3	6.84	0.77	11.2
NT4	7.33	1.49	20.4
NT5	8.38	2.05	24.5
NT6	7.41	1.82	24.5
Mean	7.47	1.55	20.5

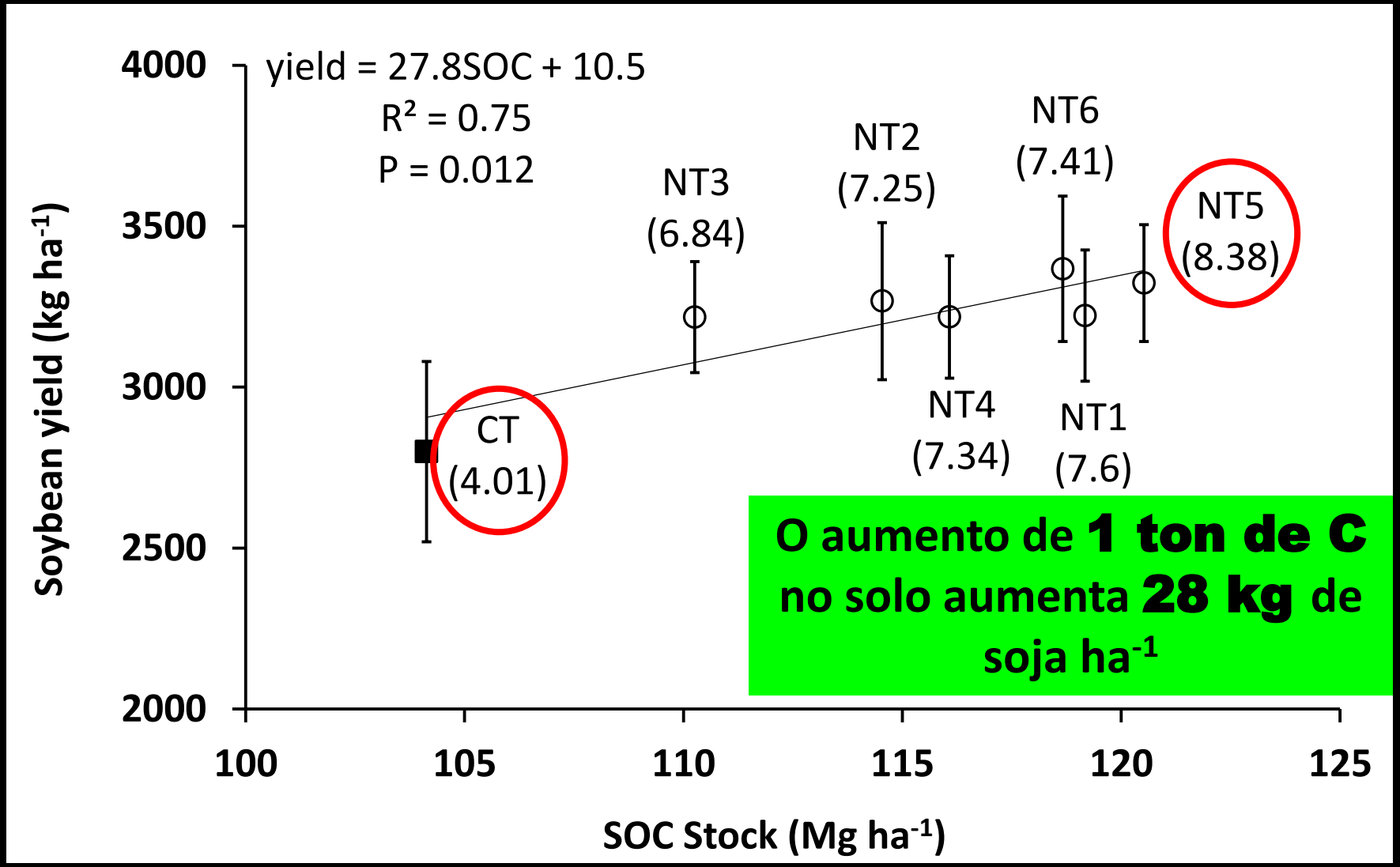


O solo somente terá um balanço de positive de C se a adição de C via palhada for maior do que a quantidade de C adicionada para o balanço ZERO

Fonte: Sá, Lal, Tivet et al., 2015. Land Degradation and Development, 26:531-643

SOC stock increase x Soybean yield

Location: 13° 00´ SL



Source: **Sá, et al., 2015 - Land Degradation & Development, 26:531-543**

Qual a quantidade de resíduos culturais necessária para aumentar **1 ton de C** no solo em região tropical?

Memória de Cálculo

1 ton de palhada possui em média 45% de C = 450 kg de C

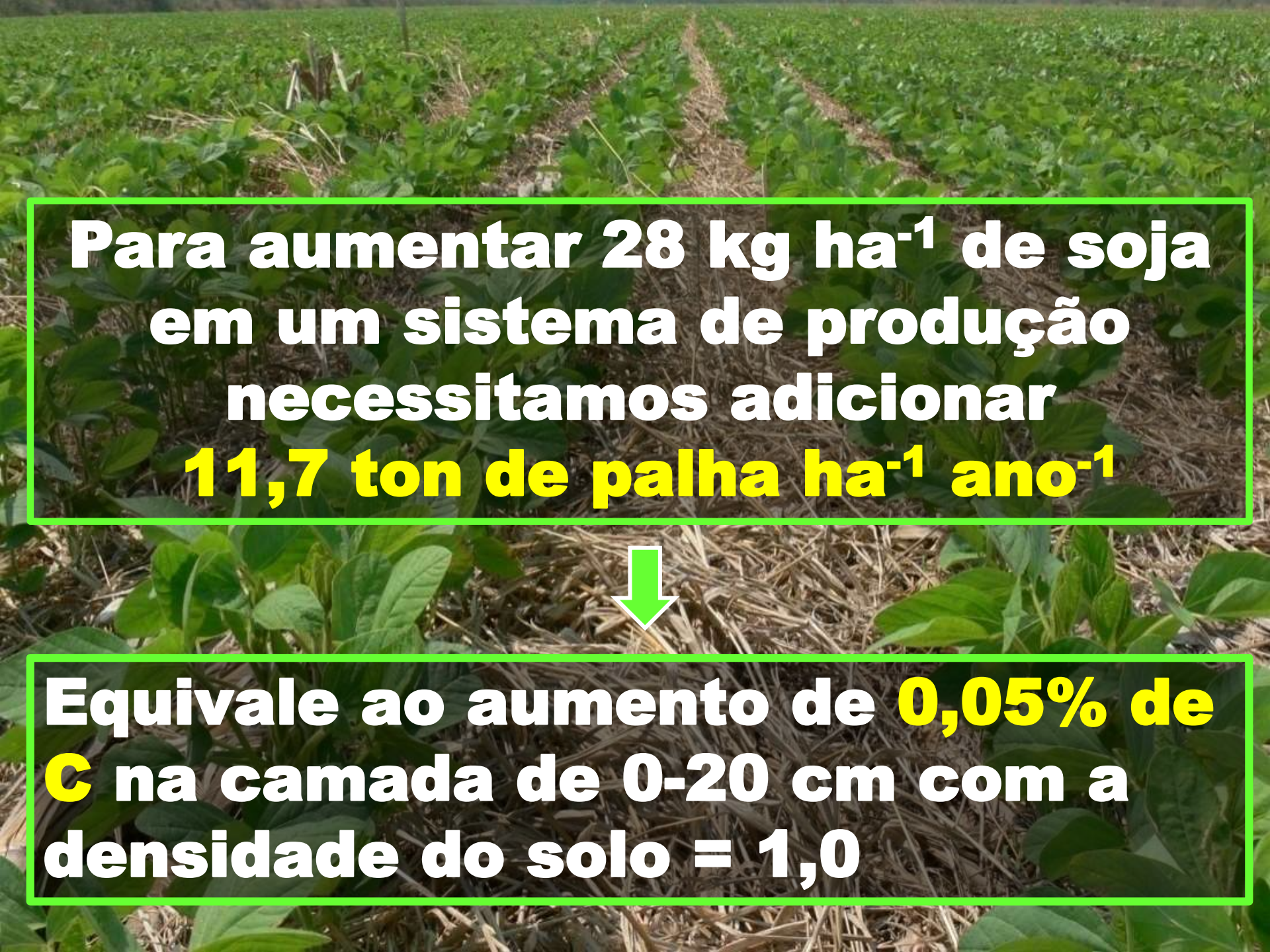
Fator de conversão: 1000 kg de palhada /450 kg C = 2,22

Taxa de conversão de C da palhada em C orgânico do solo = 19,0%

Fator de conversão = 100/19,1 = 5,26

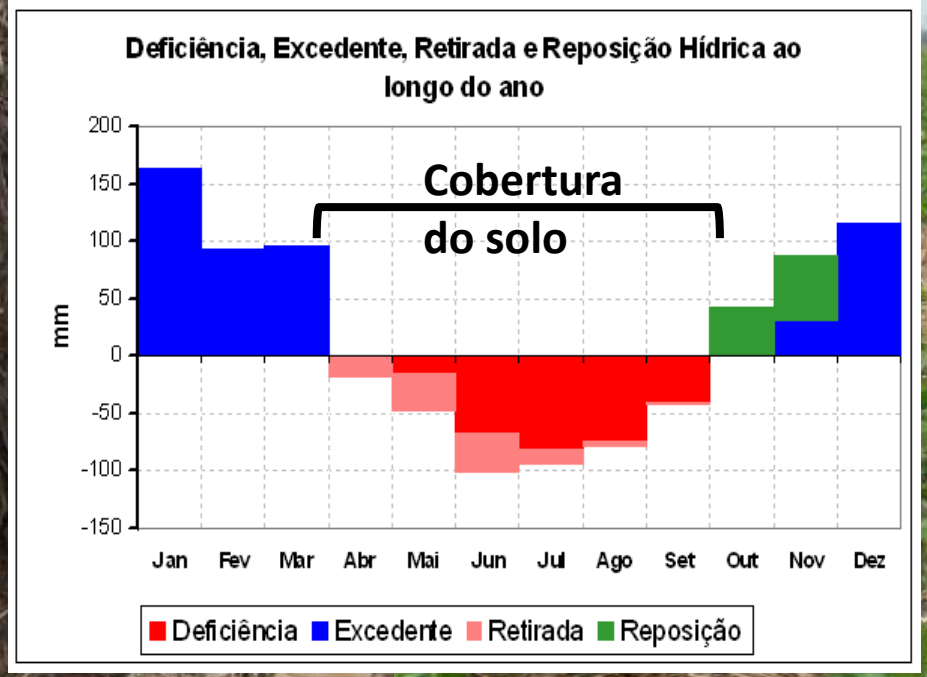
Quantidade de C equivalente em palhada = 1 ton x 2,22 x 5,26 =

11,7 ton/ha de palha


Para aumentar 28 kg ha-1 de soja em um sistema de produção necessitamos adicionar 11,7 ton de palha ha-1 ano-1
Equivale ao aumento de 0,05% de C na camada de 0-20 cm com a densidade do solo = 1,0

Intensificação da rotação de culturas

É o "**fechamento das janelas**" entre a **estação chuvosa** e o **inverno seco** para manter o solo permanentemente coberto através de culturas para cobertura do solo combinadas com culturas comerciais.



Período de Chuvas
Período Seco
Período de Chuvas
Período Seco
Período de Chuvas
Período Seco
S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S
Soja Precoce
Milho Safrinha
Palha Milho
Soja Ciclo medio
Sorgo granífero + crotalaria
Reb. Sorgo
Soja Ciclo medio
Milheto Sobre semeadura
Soja Ciclo médio
Milho Safrinha +
Cobert. + Palha
Soja Ciclo medio
Sorgo granífero +
Reb. Sorgo
Soja Ciclo medio
Milho Safrinha +
Esse sistema produz 4,2 ton ha-1 e 13,5 a 15 ton de palha ha-1 ano-1. É um sistema sustentável.
Soja Ciclo medio
Sorgo granífero + Crotalaria
Reb. Sorgo
Soja Ciclo medio
Milho Safrinha
Palha Milho
Soja Precoce
Milho Safrinha + Braquiaria
Soja Ciclo médio
Milheto Sobre-semeadura ou Pousio + MPC
Soja Ciclo precoce
Milho Safrinha + Braquiária
Palha Milho
Soja Precoce
Milho Safrinha + Braquiaria
Cultura Rainha
Culturas de serviço
Culturas de serviço
Culturas de serviço

Colheita de soja (4 a 4.5 tons de MS) – Fev.
Plantio de Milho + Braquiaria- Fev.
Colheita de Milho (8 tons de MS) – Jun
Depois da colheita
10 a 20 dias após colheita (raízes > 50 cm)
Outubro – Antes do plantio de soja ≅ 14-15 tons de MS Braquiaria
Exemplo de sistemas integrados Soja/Milho + Braquiaria
Novembro – 12 dias após plantio de soja
Novembro ≅ 12.5 tons de MS de Braquiaria
Decembro ≅ 9.5 tons de Braquiaria
Produção média anual de palhada ≡ 16 a 20 ton ha-1 ano-1
e 4,0 a 4,4 ton ha-1 de grãos
16 a 20 ton/ha de palhada
Solo permanente coberto

Colheita de soja (4 a 4.5 tons de MS) – Fev.
Plantio de Milho + Braquiaria- Fev.
Colheita de Milho (8 tons de MS) – Jun
Depois da colheita
10 a 20 dias após colheita (raízes > 50 cm)
Exemplo de sistemas integrados
Soja/Milho + Braquiaria + Gado
27/03/2004
Novembro – 12 dias após plantio de soja
Novembro ≅ 10.5 tons de MS de Braquiaria
Decembro ≅ 8.5 tons de Braquiaria
Produção média anual de palhada ≡ 15 a 18 ton ha-1 ano-1
e 4,2 a 4,6 ton ha-1 de grãos
Solo permanente coberto

Balanço de C em sistemas de manejo do solo em um experimento de longa duração (implantação 1988) em Ponta Grossa - PR

Sistema Manejo	Periodo avaliado	Seq. de culturas Inverno	Seq. de culturas Verão	Produção de grãos Inverno	Produção de grãos Verão	C anual adicão	COT Humif.	Taxa Dec.‡	Perda C	COT Estoq	COT Sequest.	Balanço COT Media 4 anos
				---------- Mg ha^{-1} ----------				ano^{-1}	---------- Mg ha^{-1} ----------			
PC	*2002*	**Av. preta**	**Soja**	**0.00‡‡**	**3.09**	**2.94**	**0.78**	**0.033**	**2.047**	**62.02**	**- 1.27**	
	2003	**A. branca**	**Milho**	0.00	9.67	**8.60**	2.28		2.005	60.75	0.27	
	2004	**Trigo**	**Soja**	**3.15**	**3.57**	**3.08**	**0.82**		**2.014**	**61.02**	**- 1.20**	
	2005	**Av. preta**	**Soja**	0.00	3.88	3.28	0.87		1.974	59.83	- 1.11	**- 0.82**
PM	*2002*	**Av. preta**	**Soja**	0.00	3.21	3.76	1.00	0.016	0.991	61.97	0.00	
	2003	**A. branca**	**Milho**	0.00	9.23	**9.22**	2.44		0.982	61.96	1.45	
	2004	**Trigo**	**Soja**	**3.33**	**3.88**	**3.30**	**0.87**		**1.015**	**63.42**	**- 0.14**	
	2005	**Av. preta**	**Soja**	0.00	4.45	4.35	1.15		1.013	63.28	0.14	**0.36**
PDe	*2002*	**Av. preta**	**Soja**	0.00	2.91	3.25	0.86	0.013	0.831	63.96	0.03	
	2003	**A. branca**	**Milho**	0.00	10.34	**10.03**	2.66		0.832	63.99	1.83	
	2004	**Trigo**	**Soja**	**3.19**	**3.45**	**3.05**	**0.81**		**0.856**	**65.82**	**- 0.05**	
	2005	**Av. preta**	**Soja**	0.00	4.55	3.95	1.05		0.855	65.77	0.19	**0.50**
PDc	*2002*	Av. preta	Soja	**0.00**	**3.21**	**3.31**	**0.88**	**0.010**	**0.674**	**67.40**	**0.20**	
	2003	Av. br.	Milho	**0.00**	**10.49**	**11.07**	**2.93**		**0.676**	**67.60**	**2.26**	
	2004	**Trigo**	**Soja**	**3.24**	**3.76**	**4.19**	**1.11**		**0.699**	**69.86**	**0.41**	
	2005	Av. preta	Soja	**0.00**	**4.56**	**3.88**	**1.03**		**0.703**	**70.27**	**0.33**	**0.80**

Qual a quantidade mínima de palhada para manter o sistema em equilíbrio e acumular C no solo

Fonte: Sá et al., 2008 (Dinâmica da Matéria Orgânica nos Campos Gerais. In: Santos, G.A. (Ed.). Et al., Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais. 2 ed.

Balanço de C em sistemas de manejo do solo em um experimento de longa duração (implantação 1988) em Ponta Grossa - PR

				Mg ha^{-1}				ano^{-1}	Mg ha^{-1}			
PC	*2002*	**Av. preta**	**Soja**	**0.00‡‡**	**3.09**	**2.94**	**0.78**	**0.033**	**2.047**	**62.02**	**- 1.27**	
	2003	Av. br.	Milho	0.00	9.67	**8.60**	2.28		2.005	60.75	0.27	
	2004	**Trigo**	**Soja**	**3.15**	**3.57**	**3.08**	**0.82**		**2.014**	**61.02**	**- 1.20**	
	2005	Av. preta	Soja	0.00	3.88	3.28	0.87		1.974	59.83	- 1.11	**- 0.82**

Taxa de sequestro de C no PDc em relação ao PC:
1,62 Mg ha^{-1} ano^{-1}

PDc	*2002*	Av. preta	Soja	0.00	3.21	3.31	0.88	0.010	0.674	67.40	0.20	
	2003	Av. br.	Milho	0.00	10.49	**11.07**	2.93		0.676	67.60	2.26	
	2004	**Trigo**	**Soja**	**3.24**	**3.76**	**4.19**	**1.11**		**0.699**	**69.86**	**0.41**	
	2005	Av. preta	Soja	0.00	4.56	3.88	1.03		0.703	70.27	0.33	**0.80**

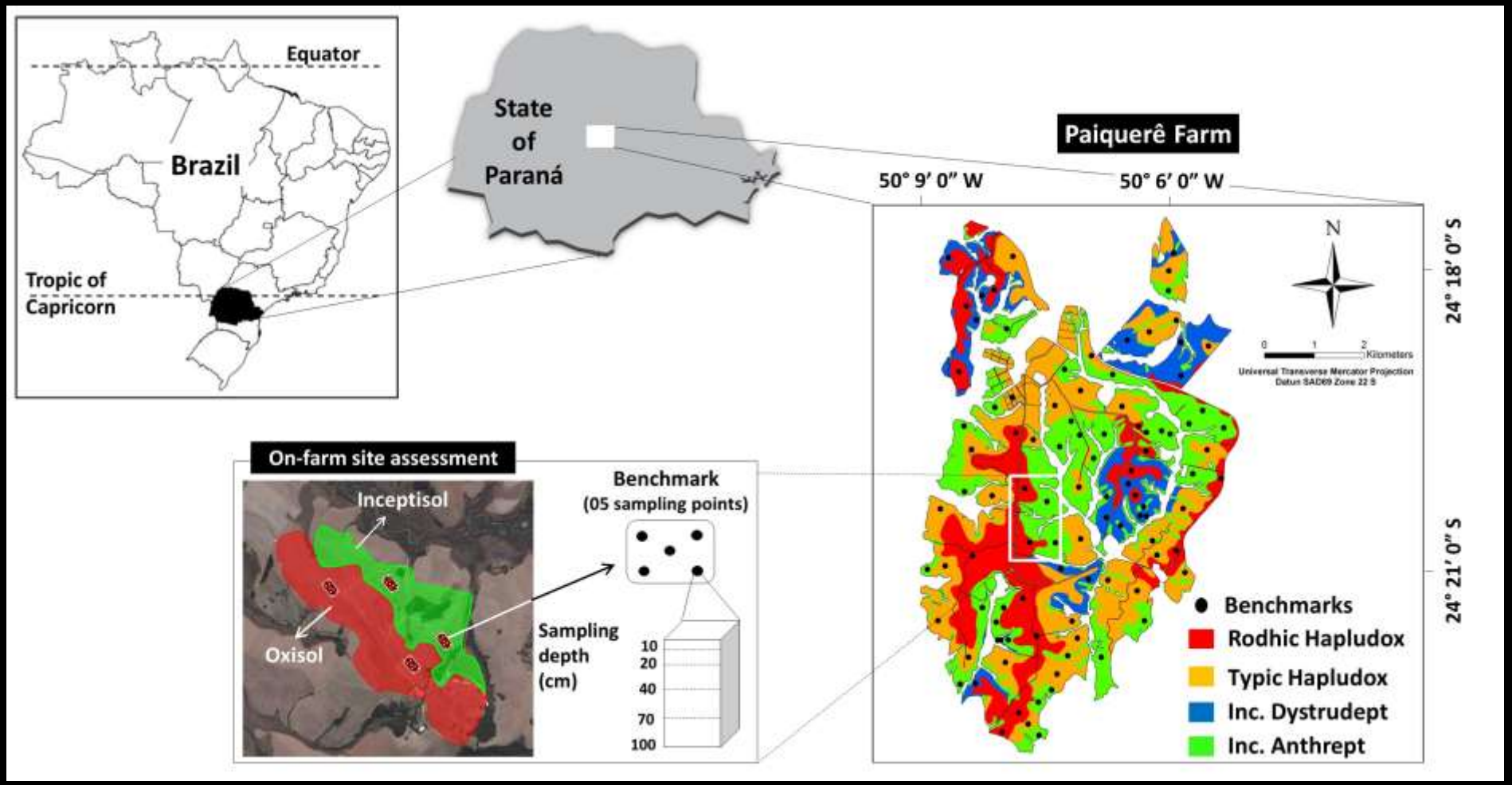
Quantidade de palhada para manter o sistema em equilíbrio na região dos Campos Gerais – Equivalente palhada

Sistema manejo	Balanço de C	Equivalente palhada		
		Equilíbrio dC/dt = 0	Adição anual (ton/ha)	Excedente (ton/ha)
PC	-0,82	16,03	10,45	-5,59
PM	0,36			,28
PDe	0,50			,25
PDc	0,80	6,56	13,07	6,52

Precisamos 8 a 12 ton /ha de palha anualmente para aumentar C

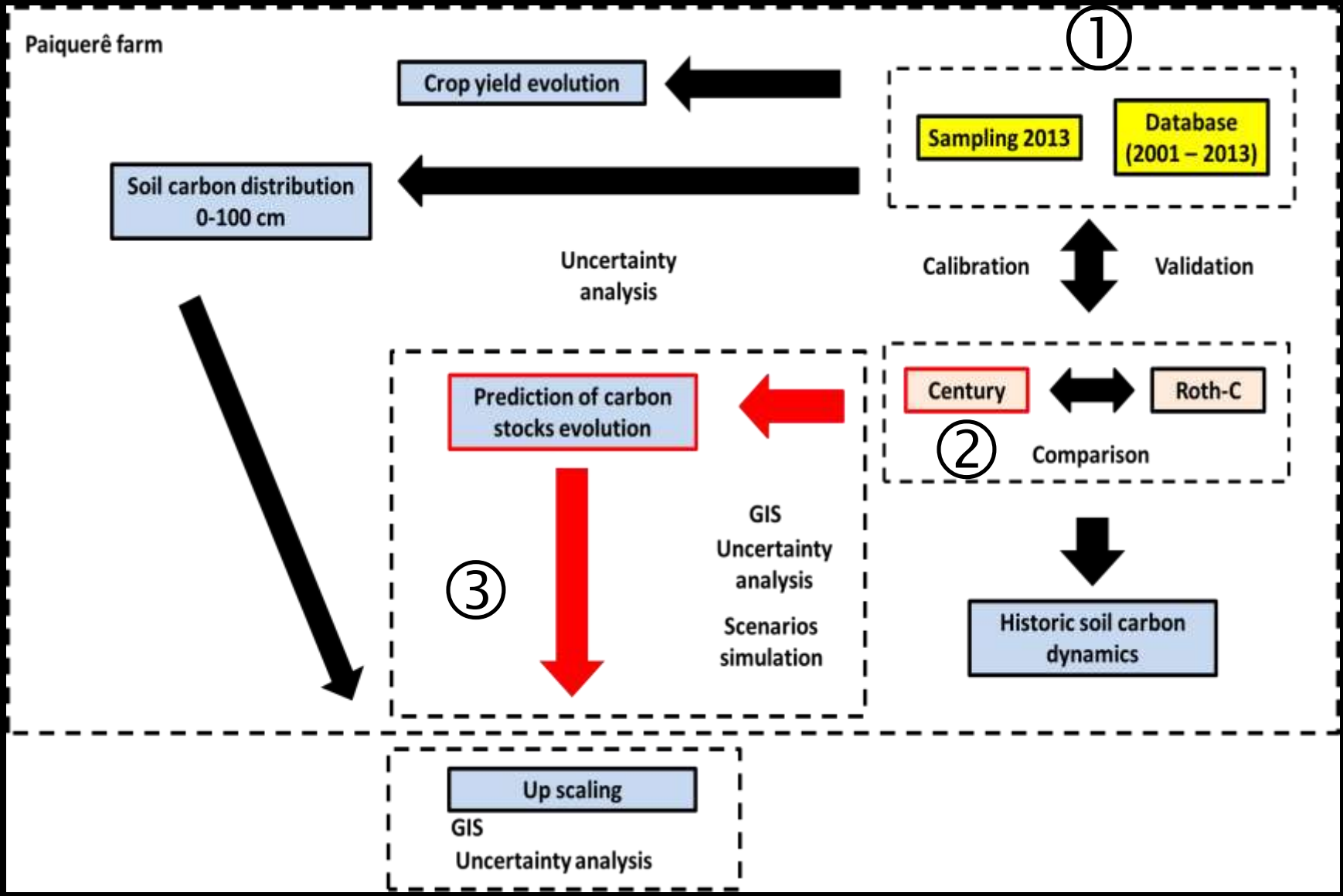
Fonte: Sá et al., 2008 (Dinâmica da Matéria Orgânica nos Campos Gerais. In: Santos, G.A. (Ed.). Et al., Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais. 2 ed.

Exemplo de Sistema plantio direto com 30 anos (amostragem 0-100 cm)



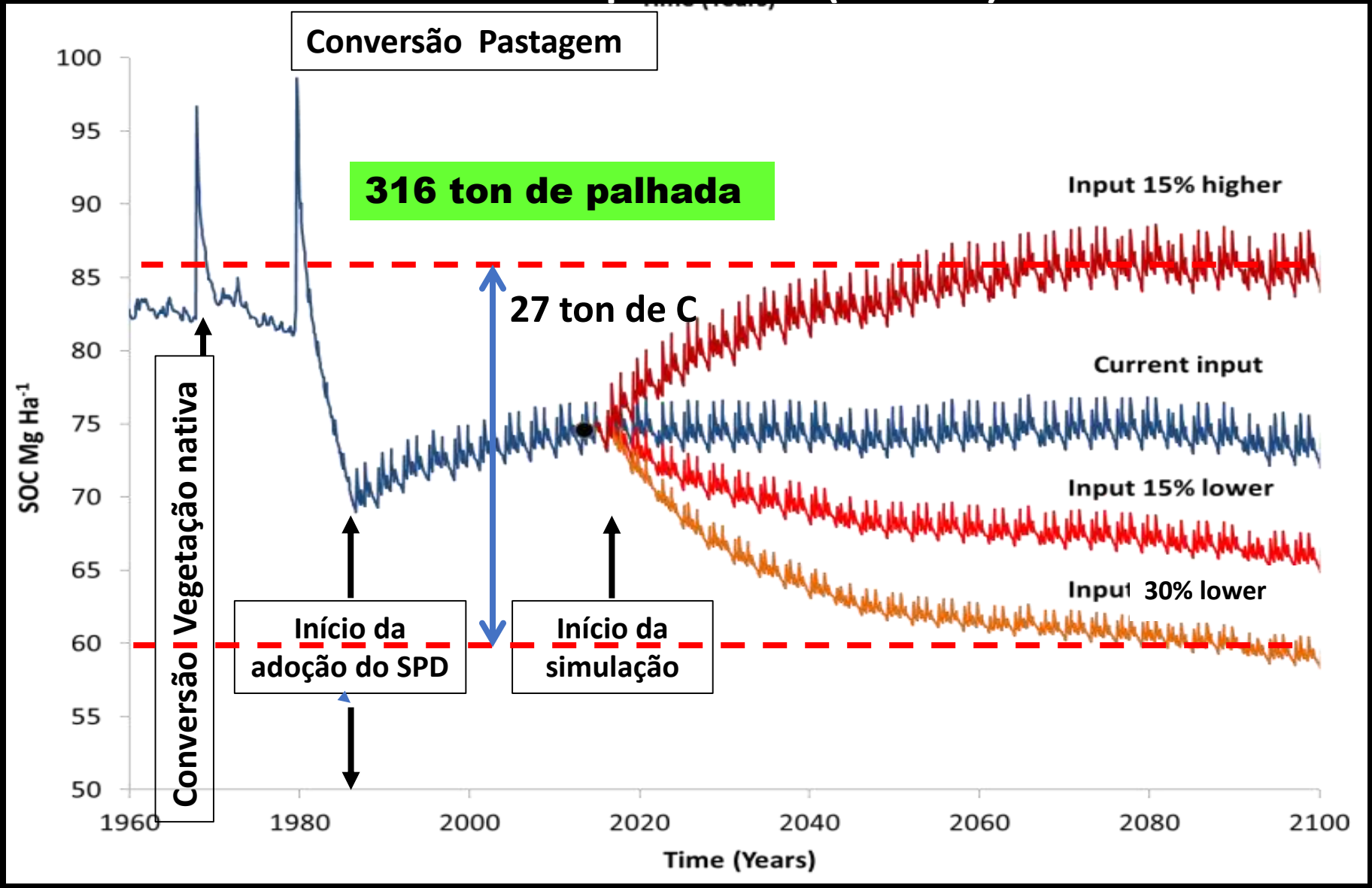
Fonte: Gonçalves, Sá et al.,. Journal of Cleaner Production, 2018

Schematic methodology adopted in this study, the red squares and arrows indicate steps were just Century model was used. Yellow boxes = Data, Pink boxes = Models, Blue boxes = Results, No boxes text = Analysis and process.



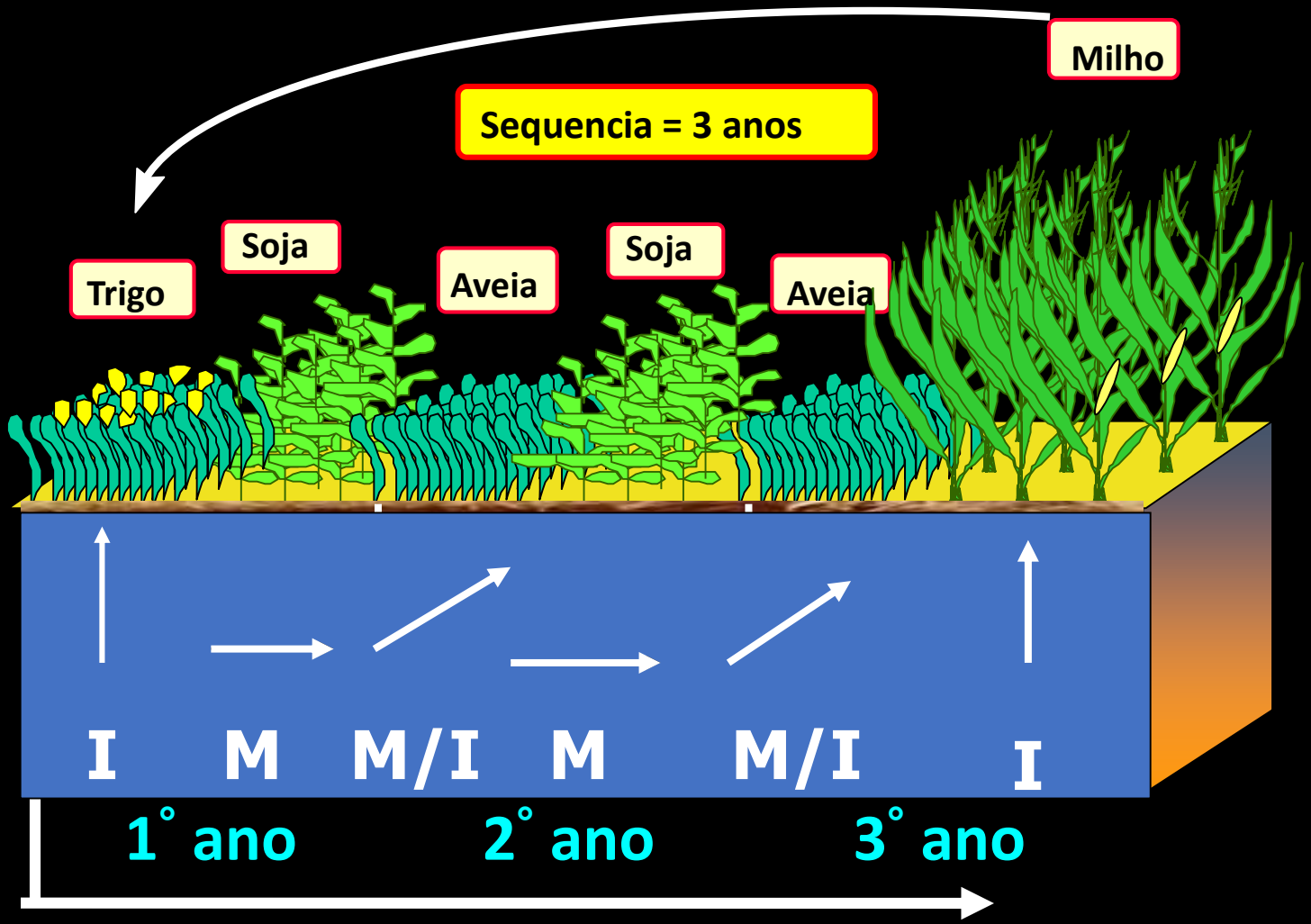
Fonte: Gonçalves, Sá et al.,. Journal of Cleaner Production, 2018

Effect of residue C input increase and decrease assessed by Century Model in Paiquerê farm (3540ha).



Fonte: Gonçalves, Sá et al.,. Journal of Cleaner Production, 2018

Sistema Plantio Direto



Rotação de culturas = base de sustentação do sistema

Impacto do SPD contínuo (25 anos) na produção de grãos e na eficiência do uso de fertilizantes

Cultivos	PC 1960 to 1975		PD 1976 to 2001	
	Taxa de adubo	Produção	Taxa de adubo	Produção
	---------- kg ha^{-1} ----------			
Milho	400	4000	350	8000
Trigo	400	2000	300	3000
Soja	400	2000	200	3000
Total	1200	8000	850	14000

Aumento de 75% na produção e 29% menos adubo

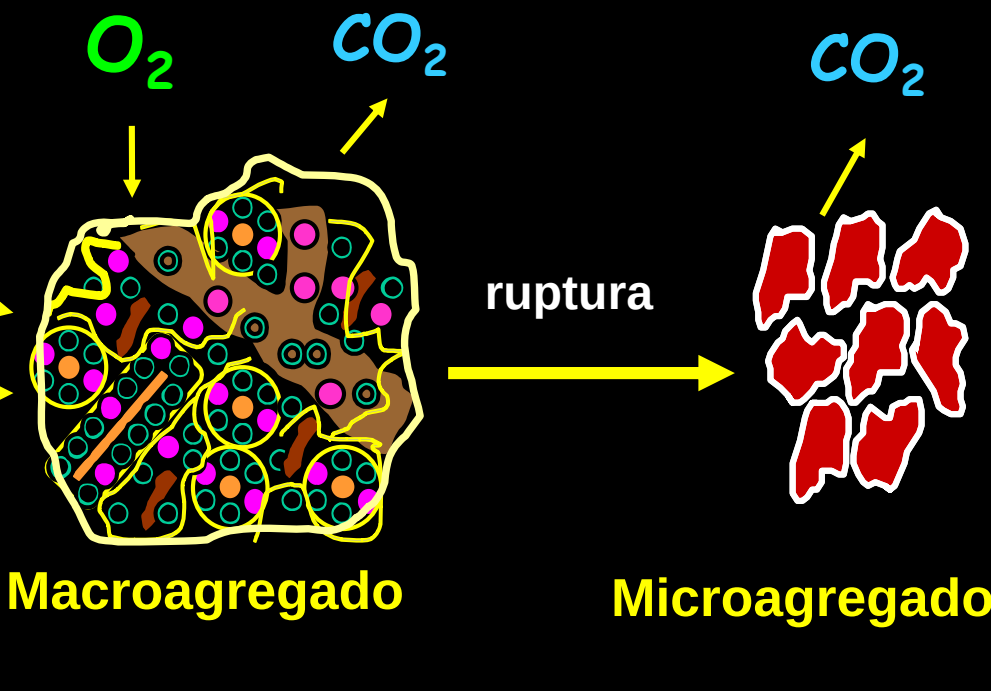
Porquê não devemos utilizar a grade niveladora para cobrir as sementes de plantas para formação de cobertura do solo

Perda de C nas frações lábeis da MOS (> 53 μm) em 7 a 14 dias após a operação de **grade niveladora** para cobrir as sementes de aveia preta e milheto em áreas sob SPD contínuo há 20 anos (PG) e 5 anos (Pv. Lst)

Prof.	Estoque de C				Perda de C	
	Antes		Após		(Após - Antes)	
cm	PG	PvL	PG	PvL	PG	PvL
	ton/ha					
0-2,5	4,64	3,61	3,99	2,91	- 0,65	- 0,70
2,5-5	3,14	2,13	2,89	1,82	- 0,25	- 0,31
0-5	7,78	5,74	6,88	4,73	- 0,90	- 1,01

Fonte: Sá et al., 2018. Soil and Tillage Research (em revisão)

Oxidação e liberação CO_2

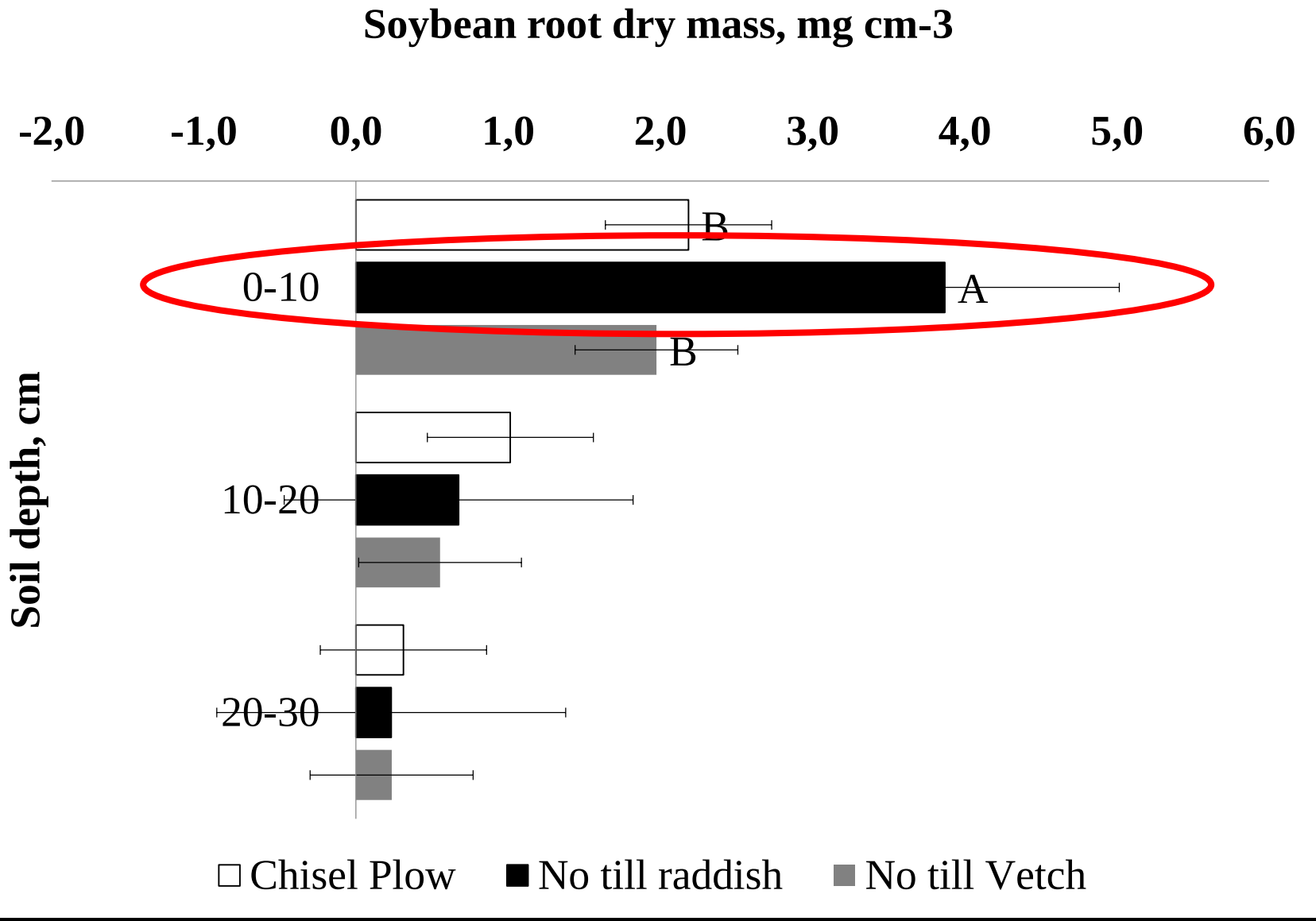


Balanço aparente de C em função do uso de grade niveladora para cobrir a semente de Aveia preta e Milheto

Componentes do Balanço	Aveia Preta	Milheto
	---------- ton/ha ----------	
MS (P. aérea)	3,30	5,20
MS (Raiz)	1,05	1,25
MS (PA + Raiz)	**4,35**	**6,05**
C adicionado	**1,96**	**2,7**
C das culturas transformado em C orgânico do solo	**+ 0,52**	**+ 0,60**
Perda devido a grade (após 7 dias)	**- 0,90**	**- 1,01**
Balanço Geral	**- 0,38**	**- 0.41**

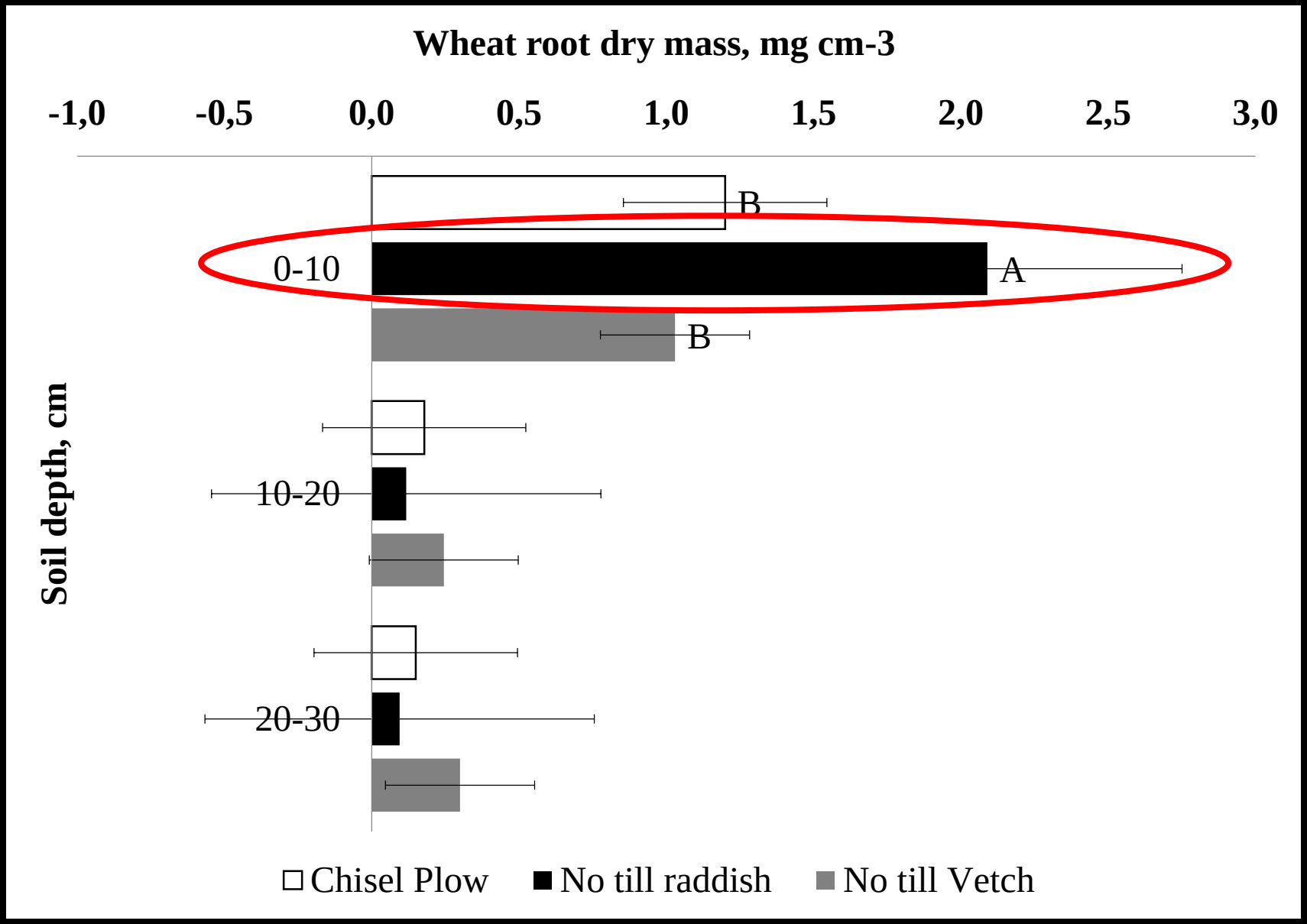
Para compensar a perda de C devido ao uso da grade niveladora para **COBRIR** as sementes de aveia preta e milheto, será necessário produzir **7,4 ton/ha** e **10,9 ton/ha** de palha, respectivamente

Crescimento de raiz



Fonte: Sá et al., 2018. Soil and Tillage Research (em revisão)

Crescimento de raiz



Fonte: Sá et al., 2018. Soil and Tillage Research (em revisão)

O uso da grade niveladora no plantio direto deve ser

BANIDA,

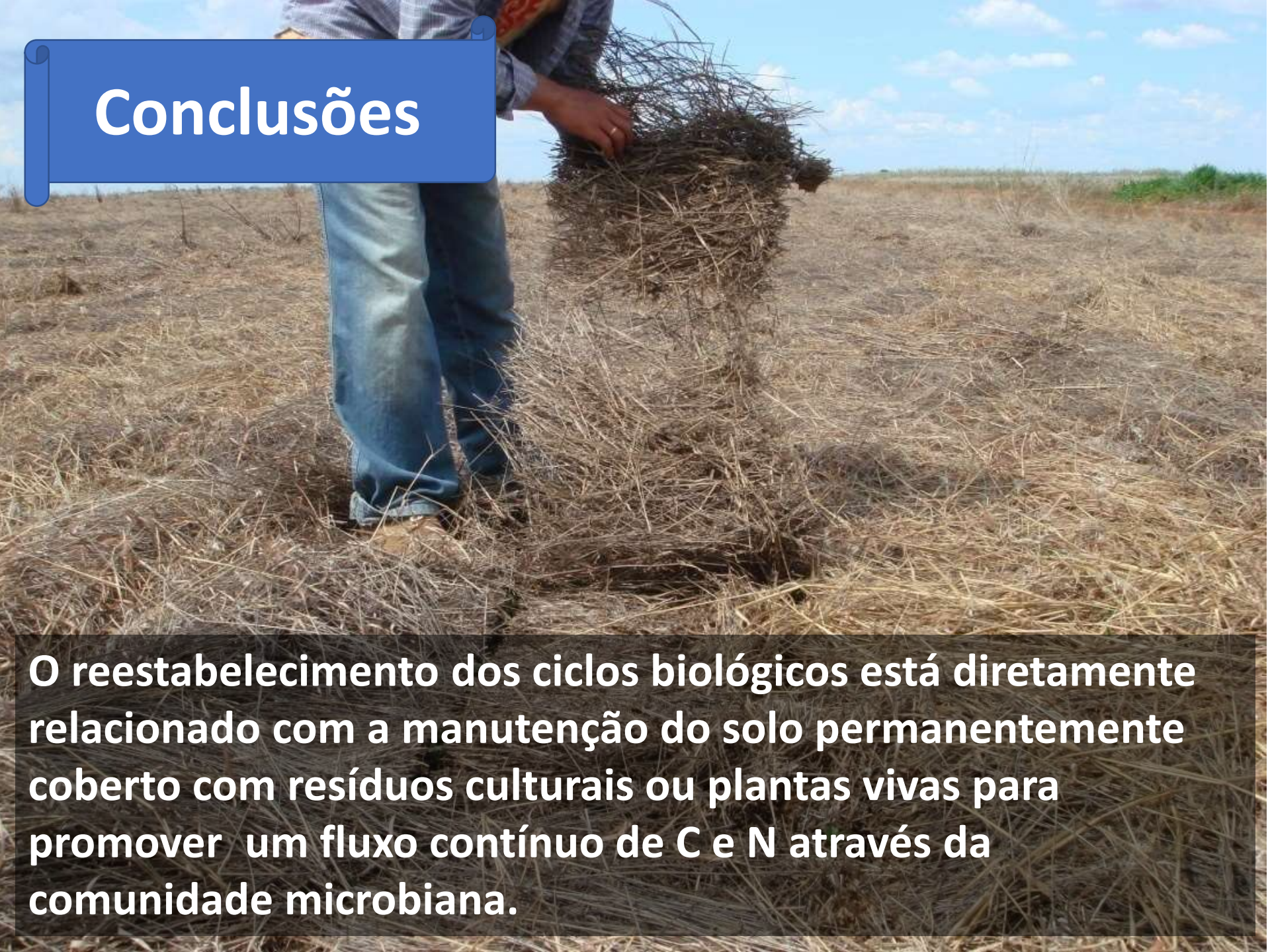
ELIMINADA!!!

Para isto serve o disco da grade niveladora!!!

Conclusão

O sucesso dos sistemas de produção está na capacidade de adicionar C via palhada superior as perdas devido a decomposição.

Conclusões



O reestabelecimento dos ciclos biológicos está diretamente relacionado com a manutenção do solo permanentemente coberto com resíduos culturais ou plantas vivas para promover um fluxo contínuo de C e N através da comunidade microbiana.

Conclusões

O ponto chave do sucesso do SPD de produção está no manejo da matéria orgânica do solo.

Equipe do LABMOS

Obrigado