

MANEJO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

A experiência no Estado do Paraná

OSMAR MUZILLI

**IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná
Londrina, Paraná
E-mail: omuzilli@pr.gov.br**

3^o SIMPÓSIO ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO
SOBRE
Piracicaba-SP, Julho 10-12, 2002.



A DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO É AFETADA POR:

Fatores ambientais

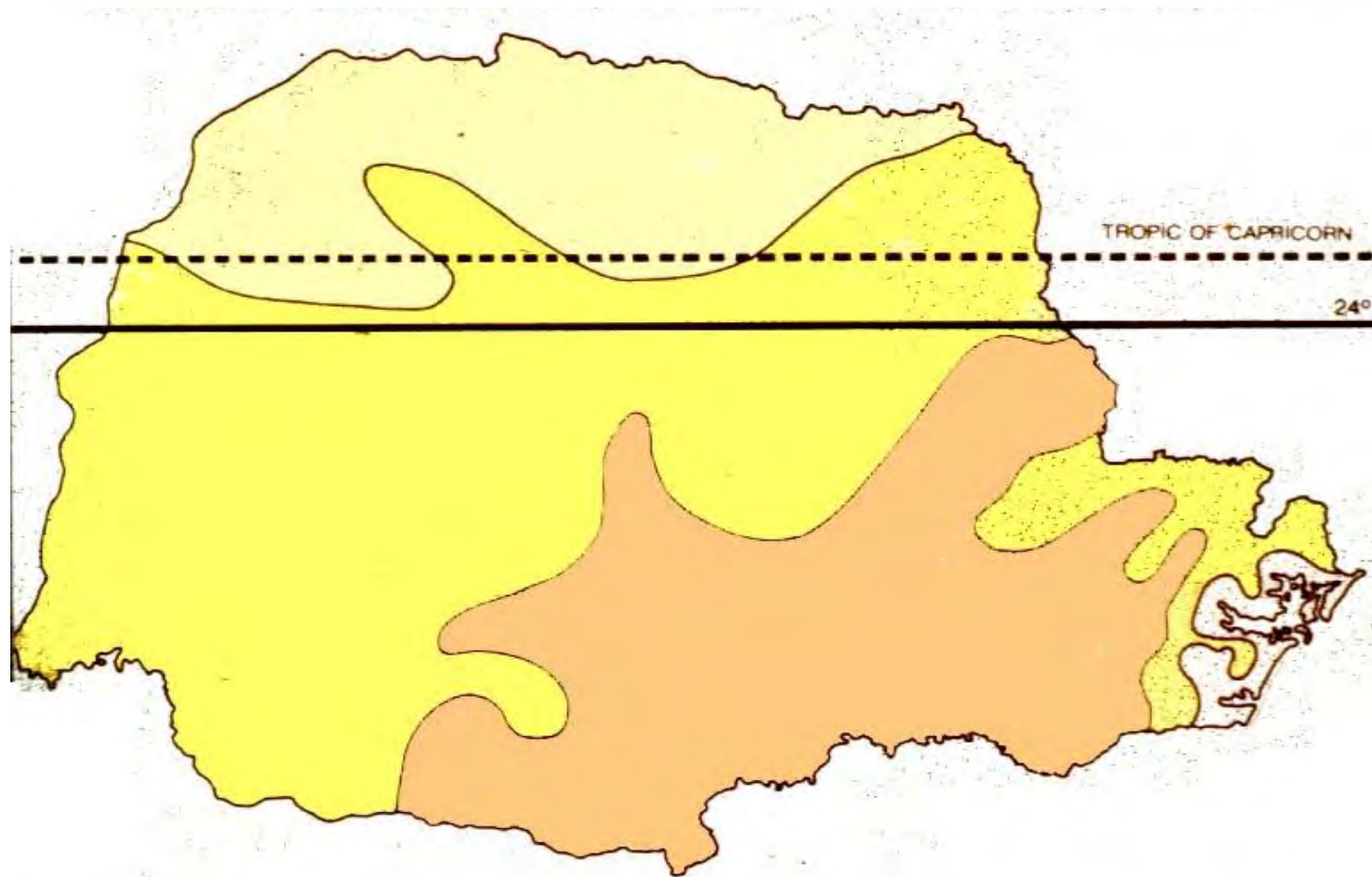
- Temperatura
- Umidade
- pH
- Potencial de oxidação-redução do solo

Fatores bióticos

- Quantidade de resíduos
- Qualidade dos resíduos (*relações C/N, C/P, C/S*)
- Atividade microbiana no solo

TIPOS DE CLIMA NO ESTADO DO PARANÁ

(Sistema de Köeppen)



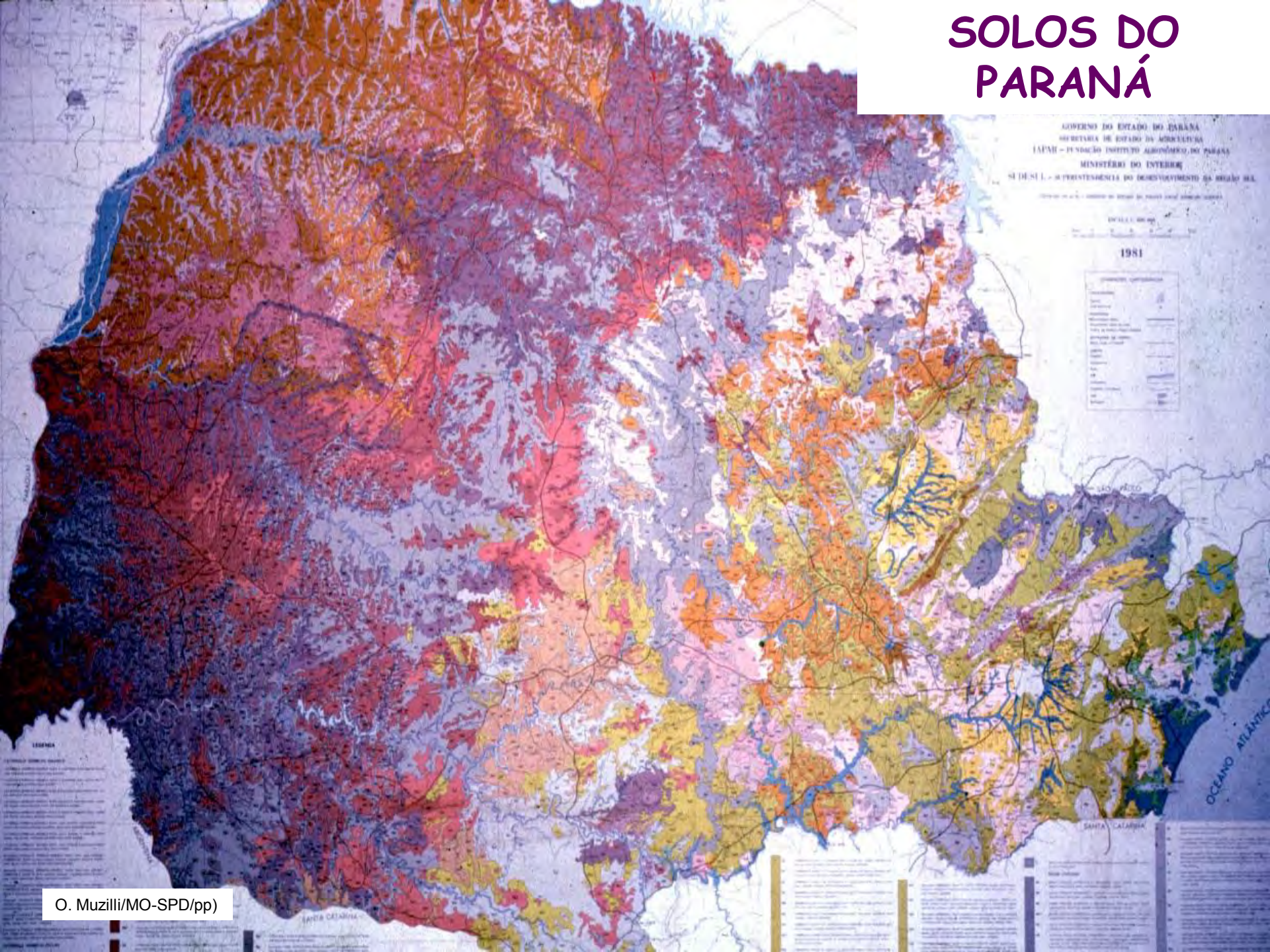
Marginal Tropical Zone (Rand-Tropenzone): Rain forests and stretches of mangrove. Tropical Cultures: without high frosts.

Marginal Tropical Zone (Rand-Tropenzone). Tropical Plateaus. Rain Forests. Region in some years periodically dry (Climate of Tropical Savanas). Tropical Cultures: Occasional night frosts (Two or three times every ten years).

Humid sub-tropical Zone: Rain Forests and Paraná Pine Forests. Higher than 500 meters above sea level. Periodical night frosts (3 times a year).

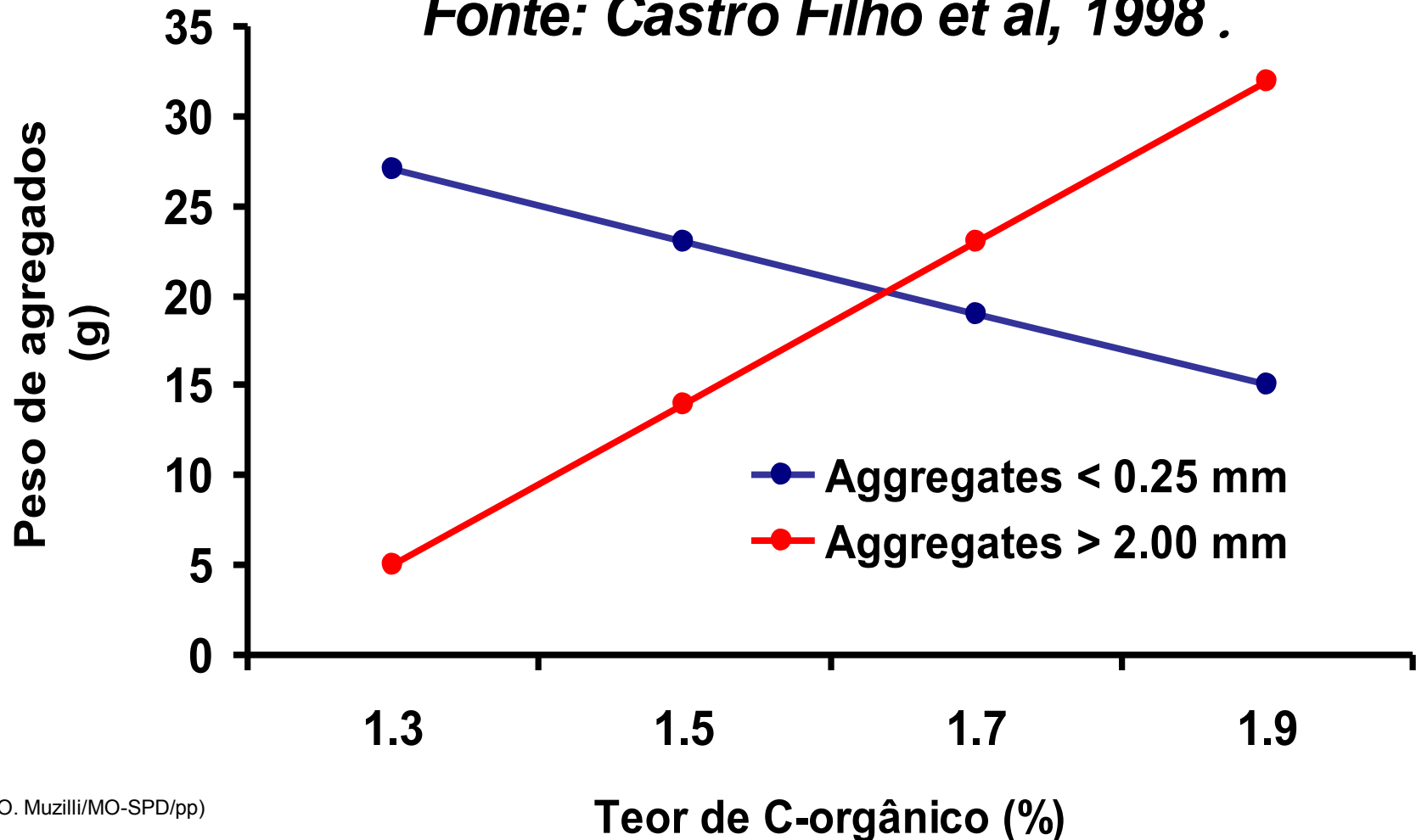
Temperate Zone: always humid, but more than five night frosts annually.

SOLOS DO PARANÁ



Tamanho de agregados em função do teor de C-orgânico num solo LRd (camada 0-10 cm) em plantio direto no Norte do Paraná.

Fonte: Castro Filho et al, 1998.



Influência da matéria orgânica na CTC-dependente de pH em solos do Paraná

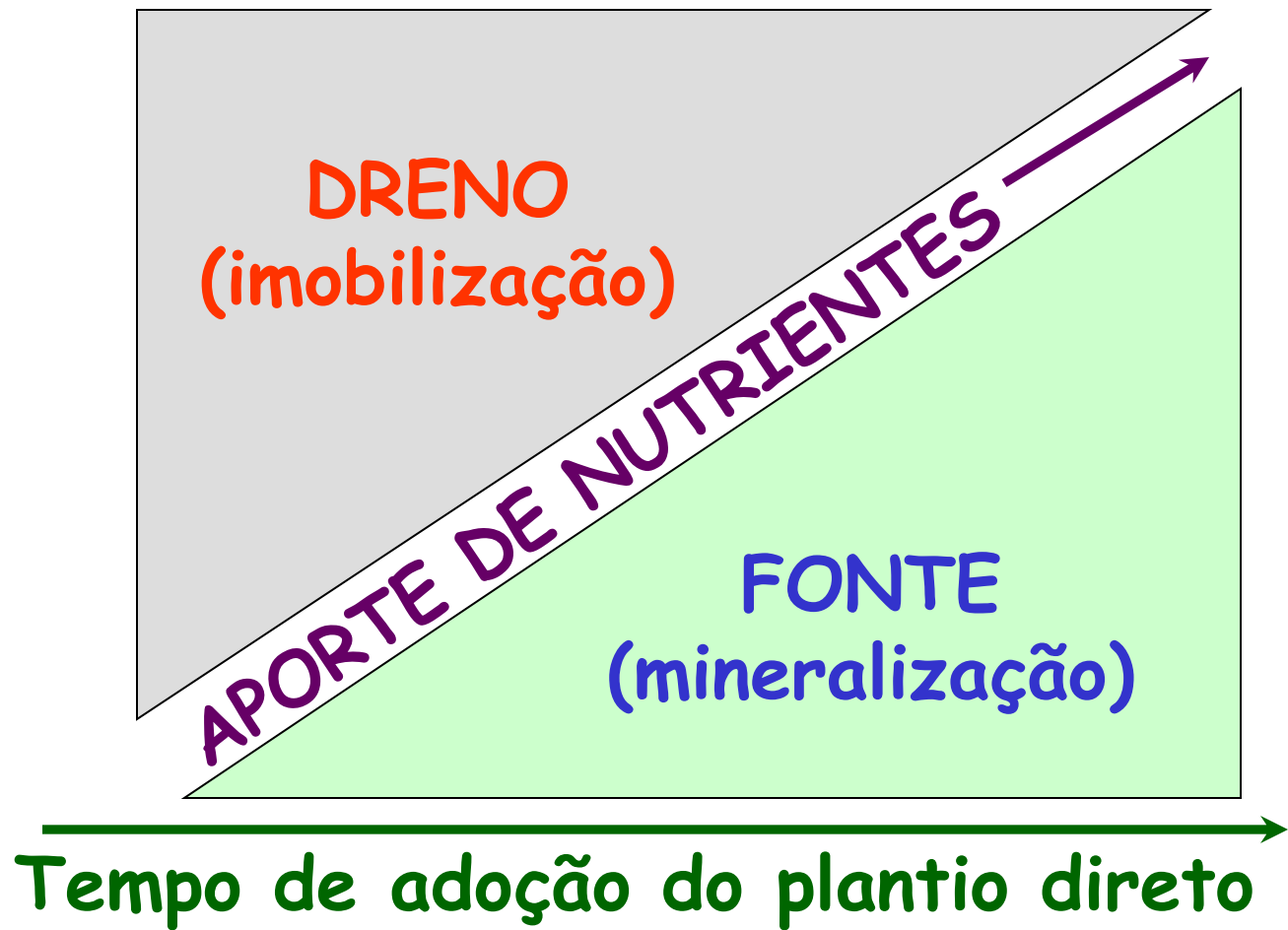
Tipos de solo	Argila (%)	C-org (%)	CTC-dep. pH	
			Argila	M.O.
LRd	75	1,71	26%	74%
Lre	56	4,46	10%	90%
PVd	16	0,44	12%	88%
LRd	81	1,84	24%	76%
Pva	28	1,46	28%	72%
Lre	50	2,42	5%	95%
HG	70	18,59	12%	88%

Adaptado de Pavan et al, 1985

Relação entre M.O. e saturação por bases num solo Lre (Norte do Paraná) sob diferentes condições de uso

Condição de uso do solo	M.O. (%)	V (%)
Mata natural	4,90	88
Plantio convencional (após 7 anos)		
•Trigo-Soja	2,80	58
Plantio Direto (após 7 anos):		
•Trigo-Soja	2,91	71
•Trigo-Milho-Aveia-Soja	3,00	71

Fonte: Calegari et al, IAPAR/COCAMAR/ZENECA, 1985-92



Relação entre a M.O. do solo e o aporte de nutrientes em função do tempo de adoção do plantio direto (Adaptado de Mendonça e Oliveira, 2000)

Mineralização da M.O. e liberação de N em solo LRd do Norte do Paraná, após 8 anos de cultivo (1976-1984)

Camada (cm)	Plantio Direto	Plantio Convencional
Teor M. O. (%)		
0-10	3,14	2,46
10-20	2,63	2,41
Taxa mineralização M. O. (%)		
0-10	2,61	2,77
10-20	2,50	3,27
Taxa liberação N (%)		
0-10	5,21	6,49
10-20	6,17	6,67

Fonte: Parra, 1984

O. Muzilli/MO-SPD/pp)



SOJA – TRIGO – MILHO

MILHO – TRIGO – MILHO

Rotação soja-milho em SPD no Paraná

O.Muzilli/Fertilidade SPD/pp

Fonte: Muzilli et al, 1983

**N-total acumulado no solo (camada 0-17 cm)
em 2 seqüências de culturas, durante 9 anos**

Seqüência de culturas	Plantio Convencional	Plantio Direto
	N-total no solo (kg/ha)	
Aveia/Milho	2278	2440
Aveia+Ervilhaca/Milho	2.402	2.943

Adaptado de Amado et al, 1999

Frações de fósforo no perfil de um solo LRd do Norte do Paraná, após 15 anos sob cultivo com a rotação soja-trigo-milho.

Processo de cultivo	Camada do solo (cm)	P total (ppm)	Frações de P-lábil			Fração de P não lábil
			P Inorg *	P Org.	Soma	
Plantio direto	0 – 10	1315	35%	26%	61%	39%
	10 - 20	916	21%	29%	50%	50%
Plantio convencional	0 – 10	990	25%	20%	45%	55%
	10 - 20	988	22%	21%	43%	57%

(*): P-inorgânico = Σ (P-Fe + P-Al + P-Ca)

Fonte: Muzilli, 1996

Frações de P-inorgânico e P-orgânico em solos sob plantio direto na região dos Campos Gerais do Paraná (Médias de 8 locais)

Camada (cm)	P-total (ppm)	Frações	
		P inorgânico	P orgânico
0 - 2,5	791	63,7%	36,3%
2,5 - 5,0	604	54,8%	45,2%
5,0 - 10,0	454	57,7%	42,3%
10,0 - 20,0	262	48,0%	52,0%
20,0 - 40,0	93	8,0%	92,0%

Fonte: Sá & Motta (1993), citados por Sá (1995)

Complexação de cátions e hidrólise do Al por ácidos orgânicos (alifáticos e aromáticos) oriundos de resíduos vegetais. (Pavan, 1997)

Complexação química de cátions:



Complexação do Al^{3+} :



Liberação de OH^- por hidrólise:



Hidrólise do Al^{3+} :



Uso de plantas de cobertura dispensa incorporação de calcário em SPD (Pavan et al, 1997).

- Acidez ativa (pH) e nociva (Al) da camada subjacente do solo são neutralizadas pela hidrólise e complexação química dos cátions por ácidos orgânicos hidrossolúveis oriundos de resíduos vegetais:

Aveia preta e centeio = mobilização do Ca

Nabo forrageiro = complexação do Al

- A duração da eficiência de neutralização aumenta quando os resíduos vegetais são mantidos na superfície do solo.
- A eficiência de neutralização diminui em função da idade das plantas de cobertura.
- Após decomposição do material orgânico a acidez reverte.

Reciclagem de nutrientes por plantas de cobertura em solos sob plantio direto na região dos municípios lindeiros ao lago de Itaipu-PR

Plantas de cobertura utilizadas (*)	M. S. t/ha	Teor reciclado (kg/t)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
AP + NP +EP	7,4	92	38	252
AP + NP	6,1	58	40	169
AP + EF	4,7	55	50	257
AP + EP	7,2	40	26	127
Triticale (após geadas)	5,5	78	37	494
Aveia branca (grãos)	7,8	73	23	506

(*): AP= *Aveia preta*; NP= *Nabo pivotante*;

EP= *Ervilhaca peluda*; EF= *Ervilha forrageira*

Fonte: IAPAR/ITAIPU BINACIONAL, Safra 2000/2001

AVEIA PRETA (Iapar-61)

- Relação C/N alta (> 30)
- > Persistência de cobertura
- Aprofundamento de raízes
- Agregação do solo
- Mobilização de Ca^{2+}
- Retenção de K^+



Nabo pivotante

- Relação C/N média (20-25)
- Aprofundamento raízes
- Descompactação solo
- Ciclagem do S
- Complexação do Al



Ervilhaca peluda:

- **Relação C/N baixa**
- **Boa cobertura do solo**
- **Fixação de N**
- **Reciclagem de P**



Alternativas para cobertura do solo após milho safrinha na região Oeste do Paraná

Fonte: Acordo IAPAR-ITAIPU, Safra 2001



Sorgo forrageiro

Moha

Manejo mecânico das plantas de cobertura

➔ **Maior persistência da cobertura sobre o solo**



“Construção” da M.O. do solo em SPD pela rotação de culturas com plantas de cobertura, na região dos municípios limdeiros ao lago de Itaipu-PR

UTV No.	C-org. inicial g/dm ³	Seqüência de cultivos (kg/ha)				C-org. Atual g/dm ³	MB acum. R\$/ha
		Safrá 1999/2000		Safrá 2000/2001			
		Verão	Inverno	Verão	Inverno		
03/B	15,99	Soja 3564	AP/EF (4,3 t/ha)	Soja 3764	AP/NP/EC (7,5 t/ha)	25,53	1.292
04	17,44	Soja 2762	AP/NP/EF 10,8 t/ha	Milho 8100	Feijão 1300	22,65	1.825
11/A	16,27	Soja 3971	AP/NP/EC 8,0 t/ha	Milho 8520	Av. Br. 3,2 t/ha	19,97	1.213
12/B	18,02	Soja 3803	AP/NP 6,5 t/ha	Soja 3719	Trigo (geada)	22,97	1.477
13	19,18	Soja 3084	Milho safr 3303	Soja 4165	AP+EC 3,1 t/ha	21,80	1.401
21/B	19,48	Soja 3919	Trigo/Moha 1,6 t/ha	Soja 3990	AP/NP/EF 5,0	23,47	1.265

Fonte: Acordo IAPAR/ITAIPU BINACIONAL, 1999-2001

PILARES DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO



A = Ausência de preparo: Não revolvimento do solo

B = Biodiversidade: Rotação de culturas
Integração lavoura-pecuária

C = Cobertura permanente: Resíduos vegetais