

MANEJO DA MATÉRIA ORGÂNICA NO SPD COMO ESTRATÉGIA PARA ALTAS PRODUTIVIDADES

Lutécia Beatriz Canalli
Eng. Agr., MSc Solos,
Dra em Agronomia - Produção Vegetal

Conteúdo da apresentação

- **Matéria orgânica e a fertilidade do solo**
- **SPD como importante ferramenta para o aumento da MO do solo**
- **Como desenvolver sistemas de produção sustentáveis e eficientes**

Características gerais da mineralogia nos solos brasileiros

Equador

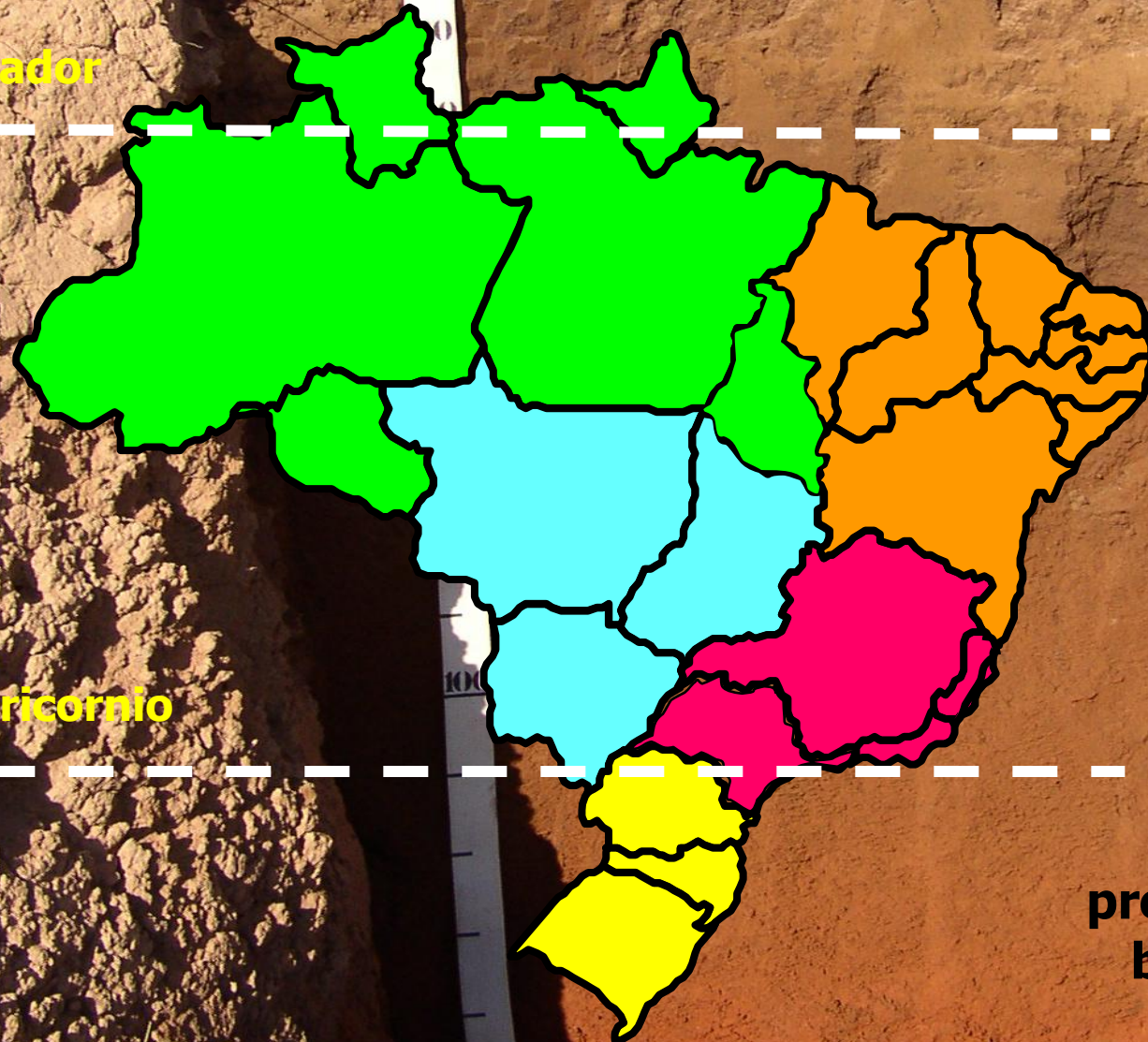
> 70 % caulinita
e/ou óxidos Fe e Al

Argila de baixa
atividade

Carga Variável

Capricornio

Elevada acidez,
presença de Al tóxico,
baixo conteúdo de
bases trocáveis

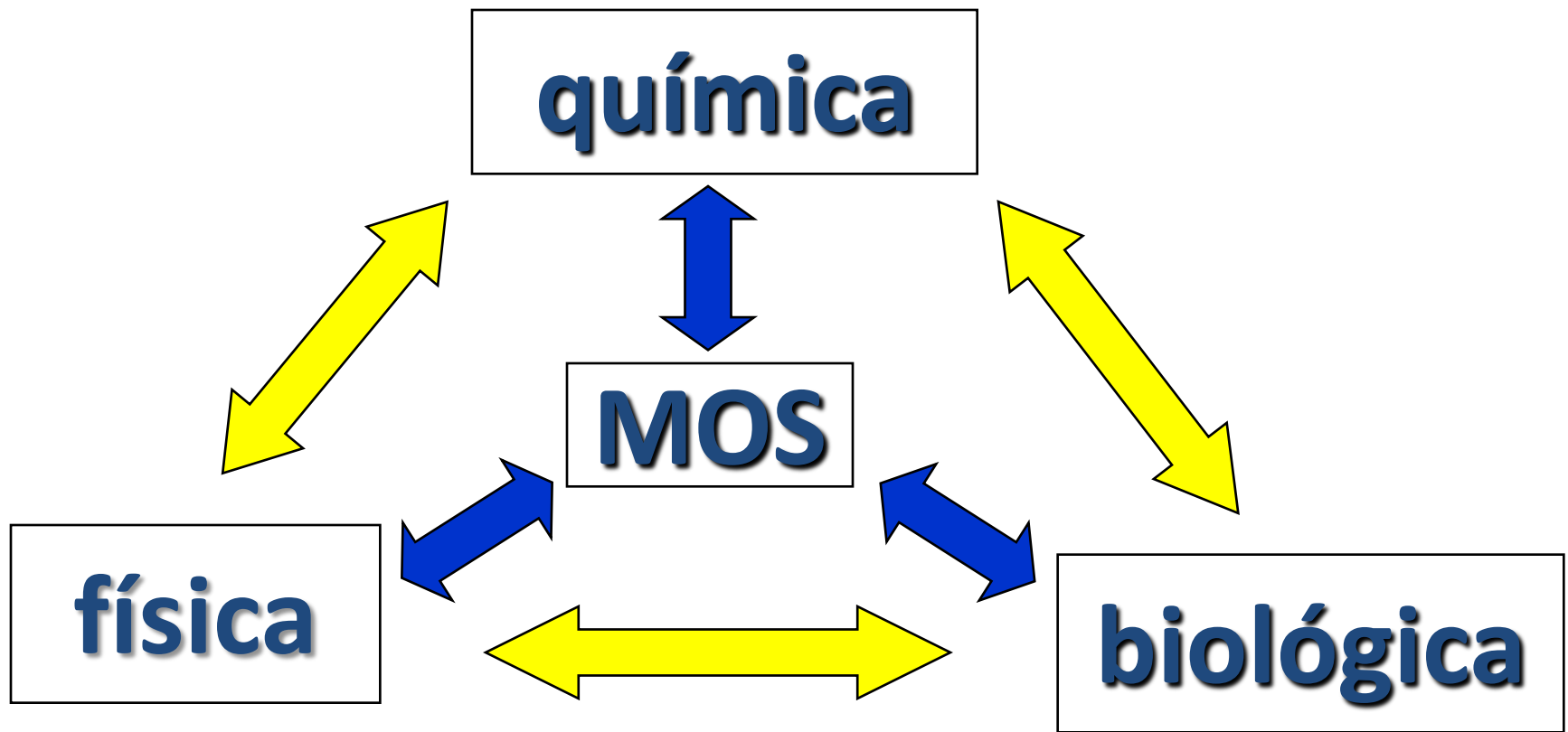


Contribuição da Matéria Orgânica do Solo na CTC de solos no Brasil

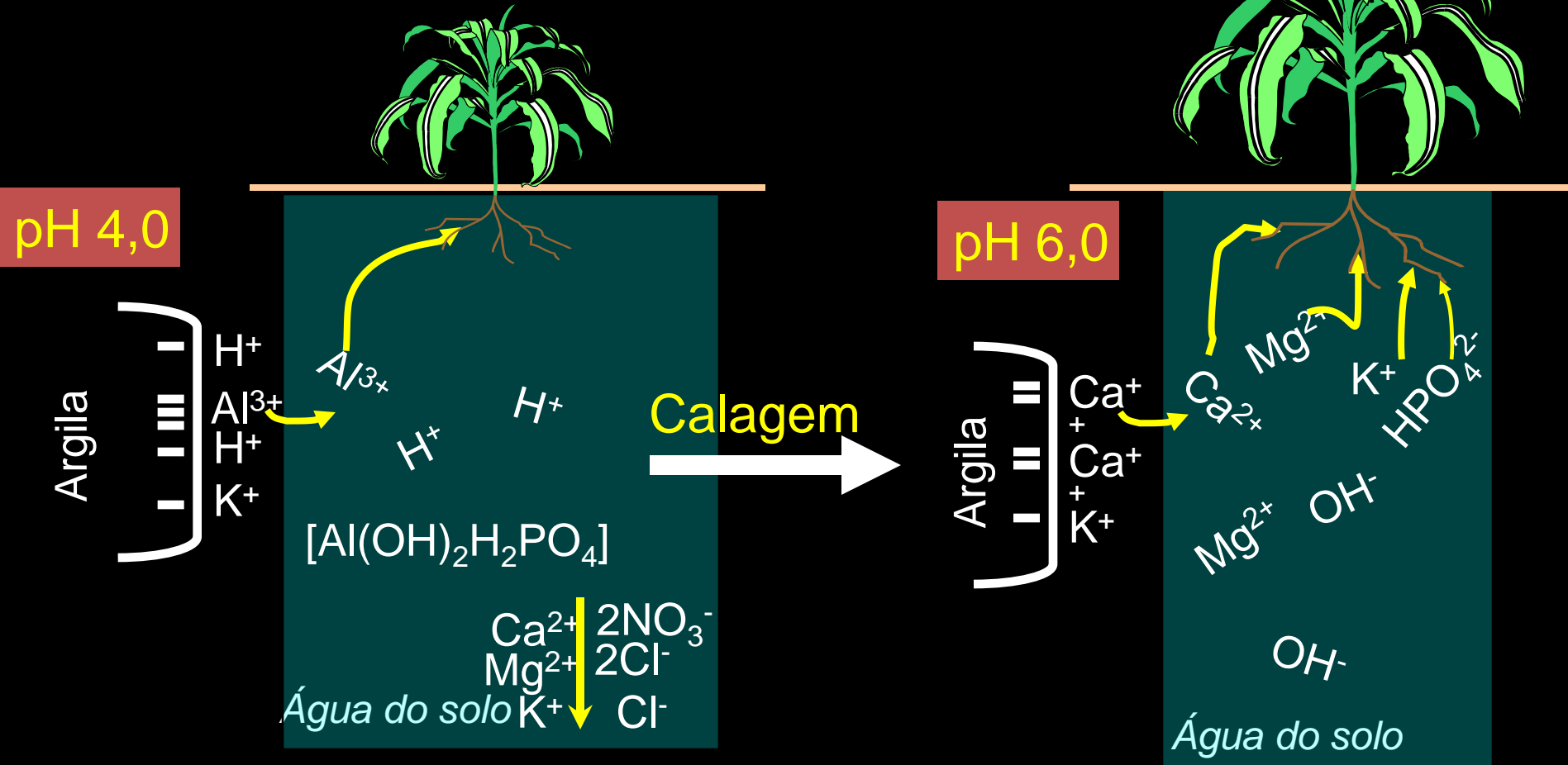
Local	Solos (Unid.)	% da CTC devido a MOS	Referência
Estado de São Paulo	16	70 a 74	Raij, 1969
Estado do Paraná	12	75 a 90	Pavan, 1985
Região dos Cerrados	14	75 a 85	Lopes, 1978 Resck, 1998

Faixa Média = 70 a 90 % da CTC dos solos é proveniente da **Matéria Orgânica**

Fertilidade do solo

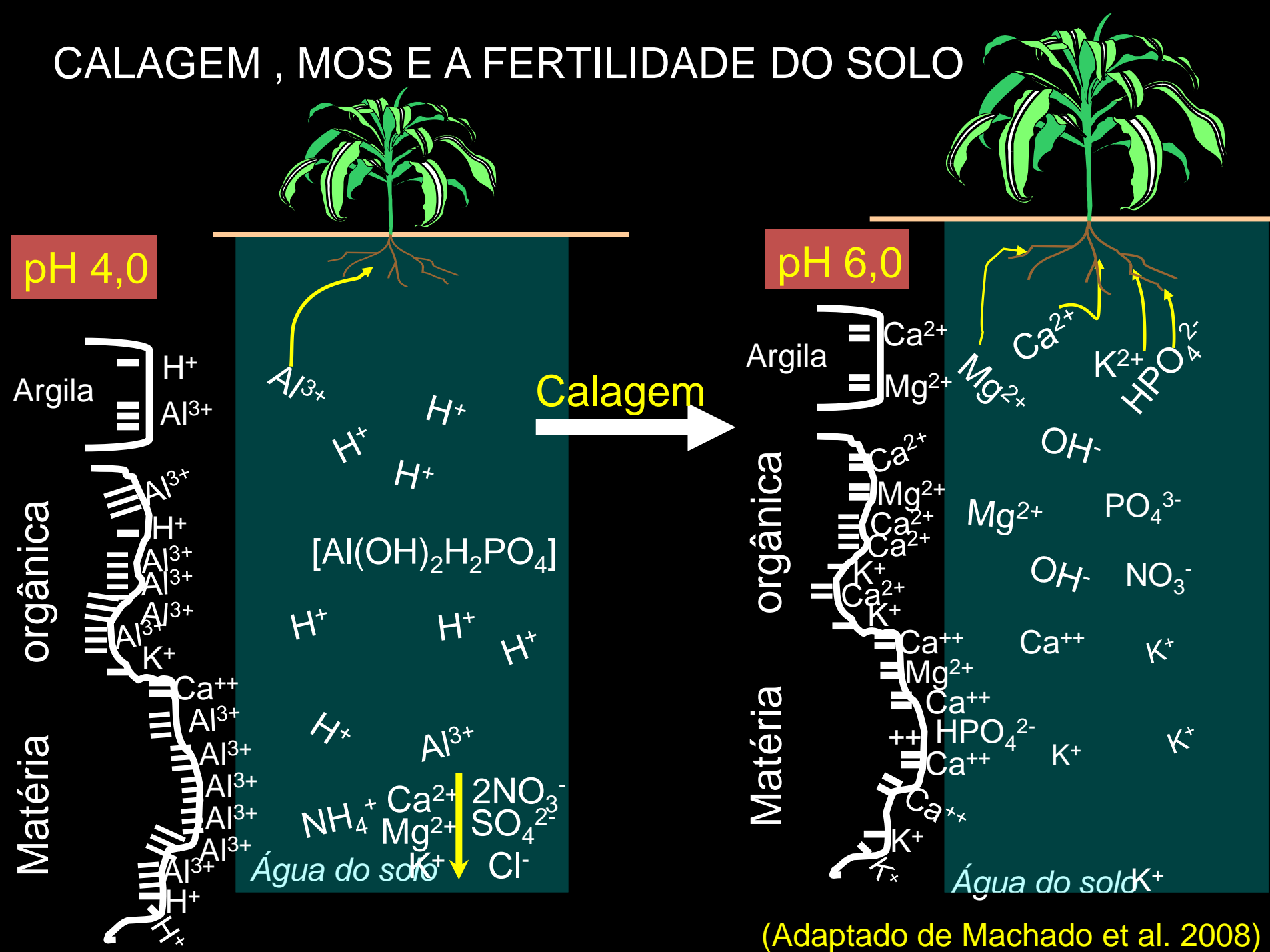


CALAGEM E A FERTILIDADE DO SOLO



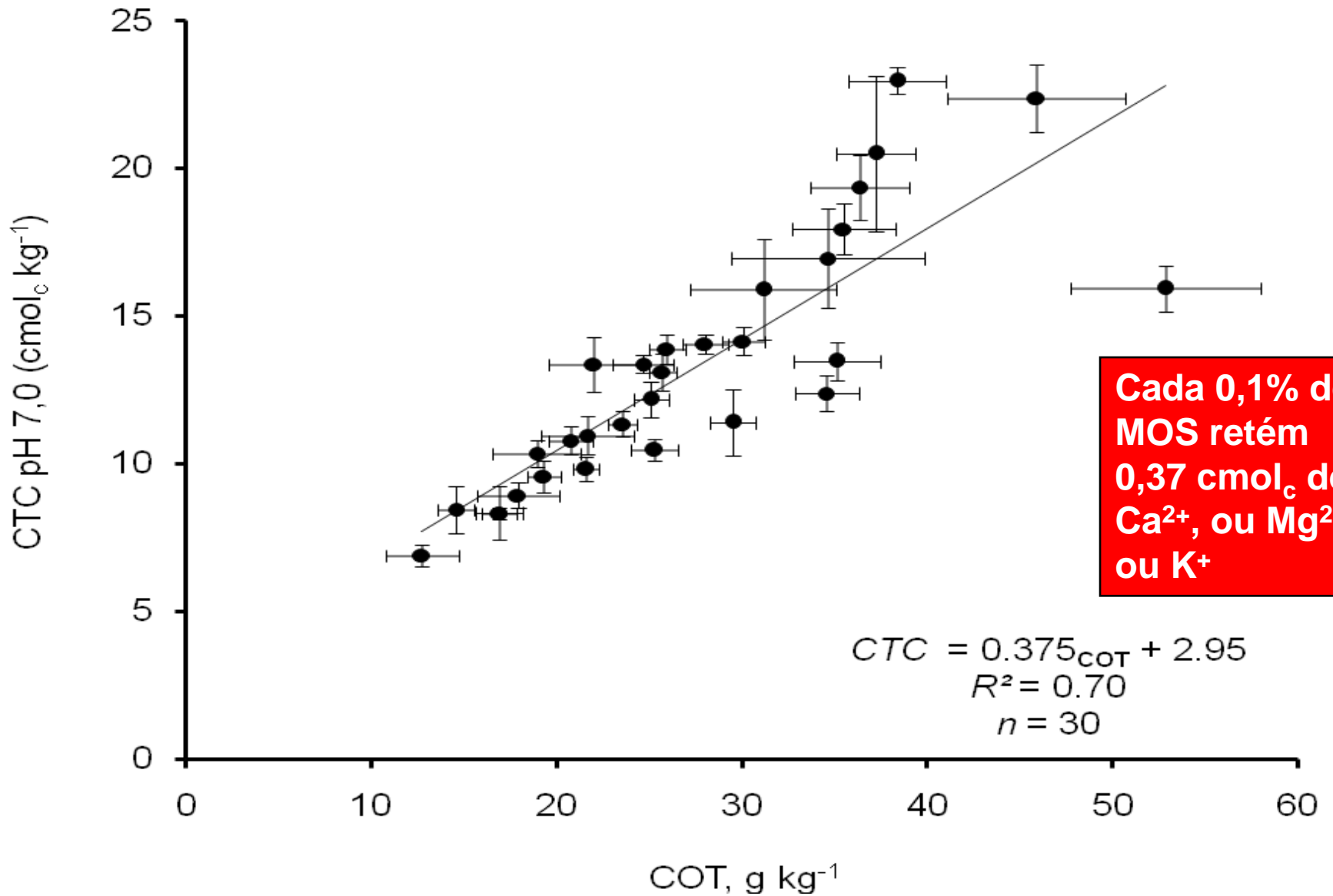
(Adaptado de Machado et al. 2008)

CALAGEM, MOS E A FERTILIDADE DO SOLO

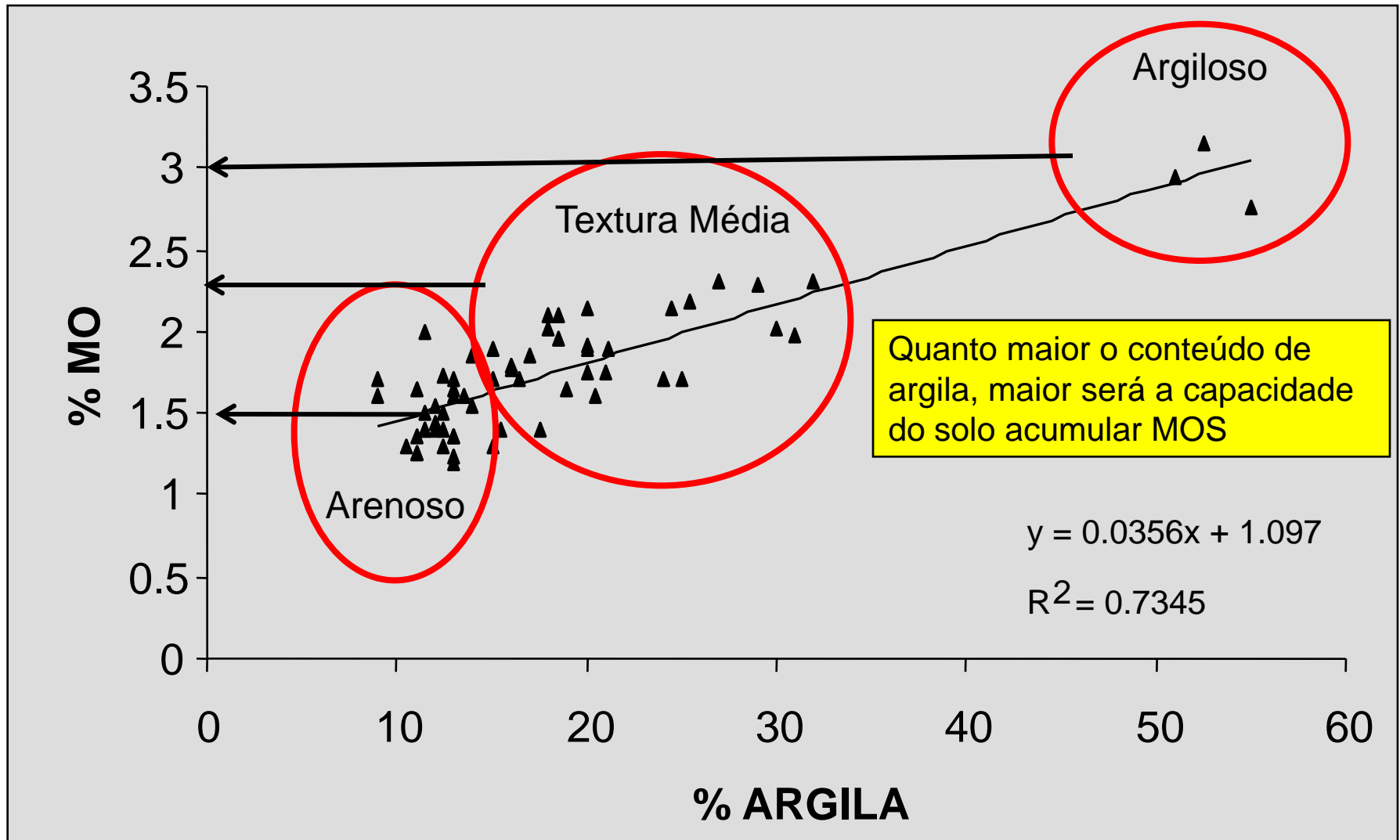


(Adaptado de Machado et al. 2008)

COT x CTC (Ponta Grossa, PR)



Argila x MOS em solos com diferentes classes de textura (Primavera do Leste – MT)



FERTILIDADE FÍSICA DO SOLO



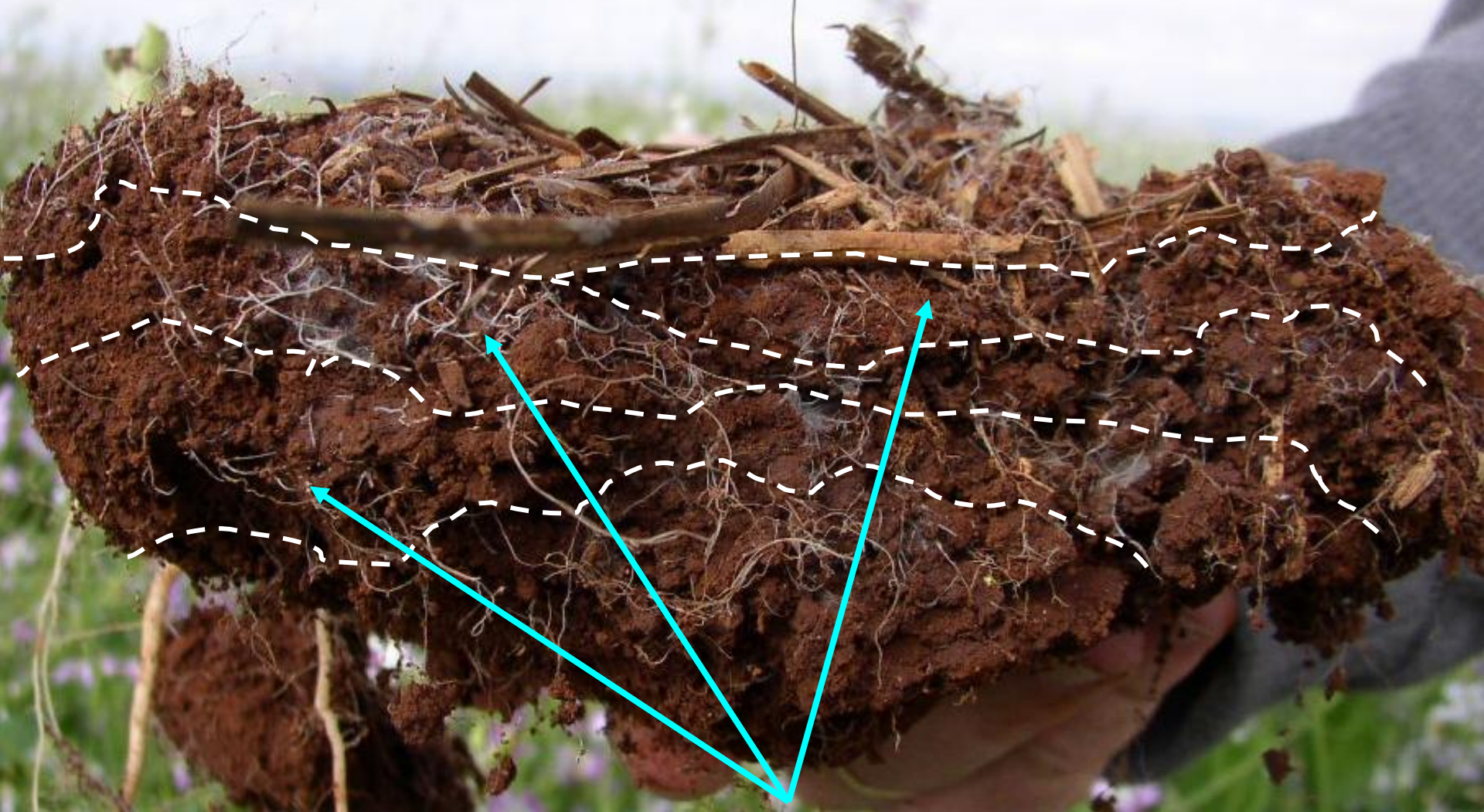
Reestruturação do solo através da matéria orgânica



Zona de decomposição ativa

Zona ativa de agregação

Zona de agregação em camadas



**Os agregados formam-se em camadas
Ação horizontal e vertical de fungos
ressapofíticos**

FERTILIDADE BIOLÓGICA DO SOLO





SISTEMA PLANTIO DIRETO
importante ferramenta
para o aumento da MO



Fases de evolução do SPD

Fase inicial

Fase de transição

Fase de Consolidação

Fase de Manutenção

- Rearranjo estrutura
- Baixo teor MOS
- Baixo acúmulo palhada
- Reestabelecimento BM
- > exigência N

- Reagregação
- Início de acúmulo palhada
- Início de acúmulo de MOS
- Início Acúmulo P
- Imob. N \geq Mineraliz.

- Acúmulo de palhada
- Acúmulo de C
- Aumento da CTC
- > H₂O
- Imob. N < Mineraliz.
- Ciclagem nutrientes

- Fluxo contínuo de C e N
- Elevado acúmulo de palhada
- > H₂O
- > Ciclagem nutrientes
- < exigência de N e P

0-5

5-10

10-20

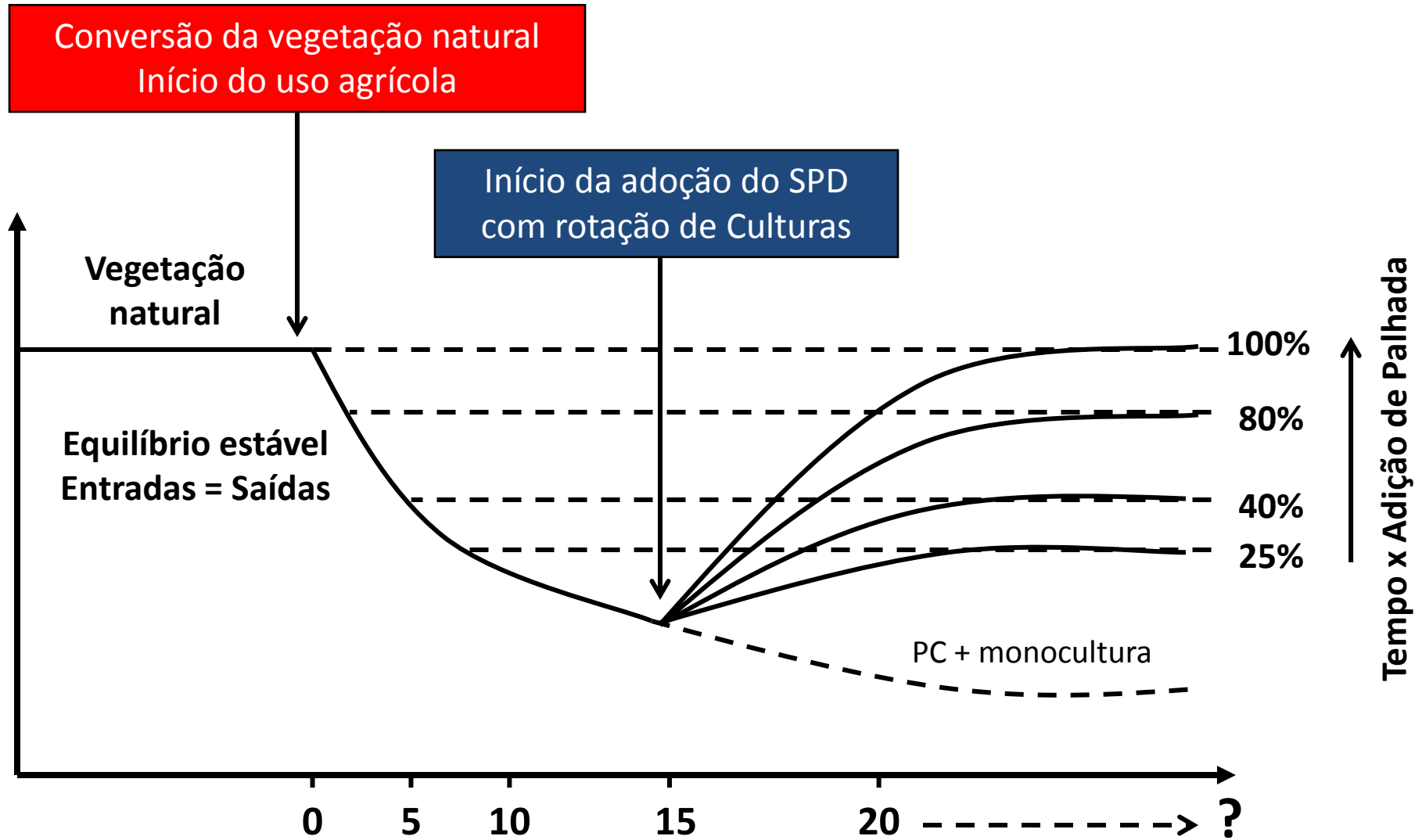
> 20

Tempo de PD (anos)

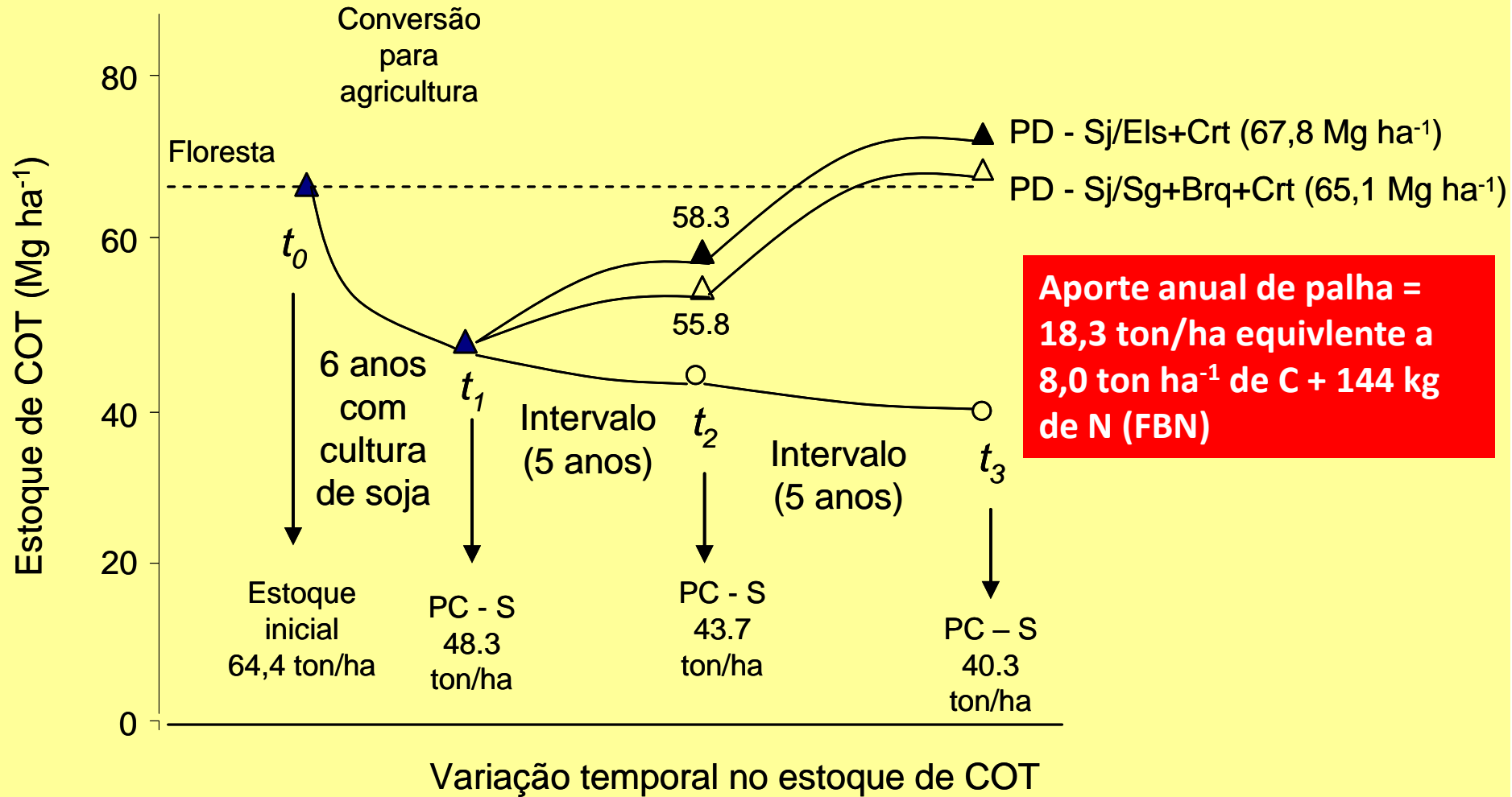
Perda de C devido ao preparo do solo associado com a monocultura em três regiões climáticas contrastantes

Região Climática	Tempo de Cultivo (anos)	Perda de C (%)	Taxa anual (%)	Referência
Temperada (Canadá – EUA)	50	48 - 58	1,0	Campbell e Souster, 1982
Sub-tropical (P. Grossa)	10	35	3,5	Sá et al, 2001
Tropical (GO – MT)	5	35 – 69	7,0 a 13	Resck, 1998 Seguy e Bouzinac, 2002

Alterações da MOS em função do manejo do solo




Recuperação da MOS com adoção de sistemas intensivos de rotação (Lucas do Rio Verde, MT)



Balanço de C nas frações lábeis da MOS e taxa de converção de C dos resíduos culturais

Sucessão de culturas†	Fitomassa adicionada	C Adicionado	C Mineralizado	C Sequestrado ‡	C convertido	C perdido
	----- Mg ha ⁻¹ -----			----- % -----		
M/Ap-F	8,96	3,66	1,93	0,91	47,3	52,7
M/Er-F	7,27	2,93	2,12	0,87	41,1	58,9
M/Nb-F	9,48	3,70	2,66	0,51	19,2	80,8
S/Ap-M	15,13	6,41	2,35	0,66	28,0	72,0
S/Er-M	12,15	5,06	2,61	0,79	30,2	69,9
S/Nb-M	13,85	5,66	2,60	0,79	30,5	69,5
F/Ap-S	10,69	4,34	1,80	0,61	33,8	66,2
F/Er-S	10,51	4,23	2,20	0,74	33,7	66,3
F/Nb-S	10,48	4,21	2,31	0,63	27,5	72,5
Média	10,95	4,47	2,29	0,72	32,4	68,6

Fonte: Canalli, 2009



Qual a quantidade mínima de palhada (MO) que deve ser produzida para manter o sistema sustentável?

Quantidade dos resíduos culturais adicionados ao solo

Varia em função da condição climática de cada região:

- **Região Subtropical (Sul - planalto)** - MS de 6 a 7 ton/ha/ano = sistema estável (Bayer et al., 2004; Amado et al., 2006)
- **Região Subtropical (baixas altitudes e transição entre Sul e Cerrado)** - MS entre 7,5 e 8,0 ton/ha/ano = sistema estável (Sá et al., 2004; Sá et al., 2008)
- **Região Tropical (Cerrado, Norte e Nordeste)** - MS entre 10 e 12 ton/ha/ano = sistema estável (Seguy et al., 2006; Bayer et al., 2006)



**Como desenvolver
sistemas de produção
sustentáveis e com altas
produtividades?**



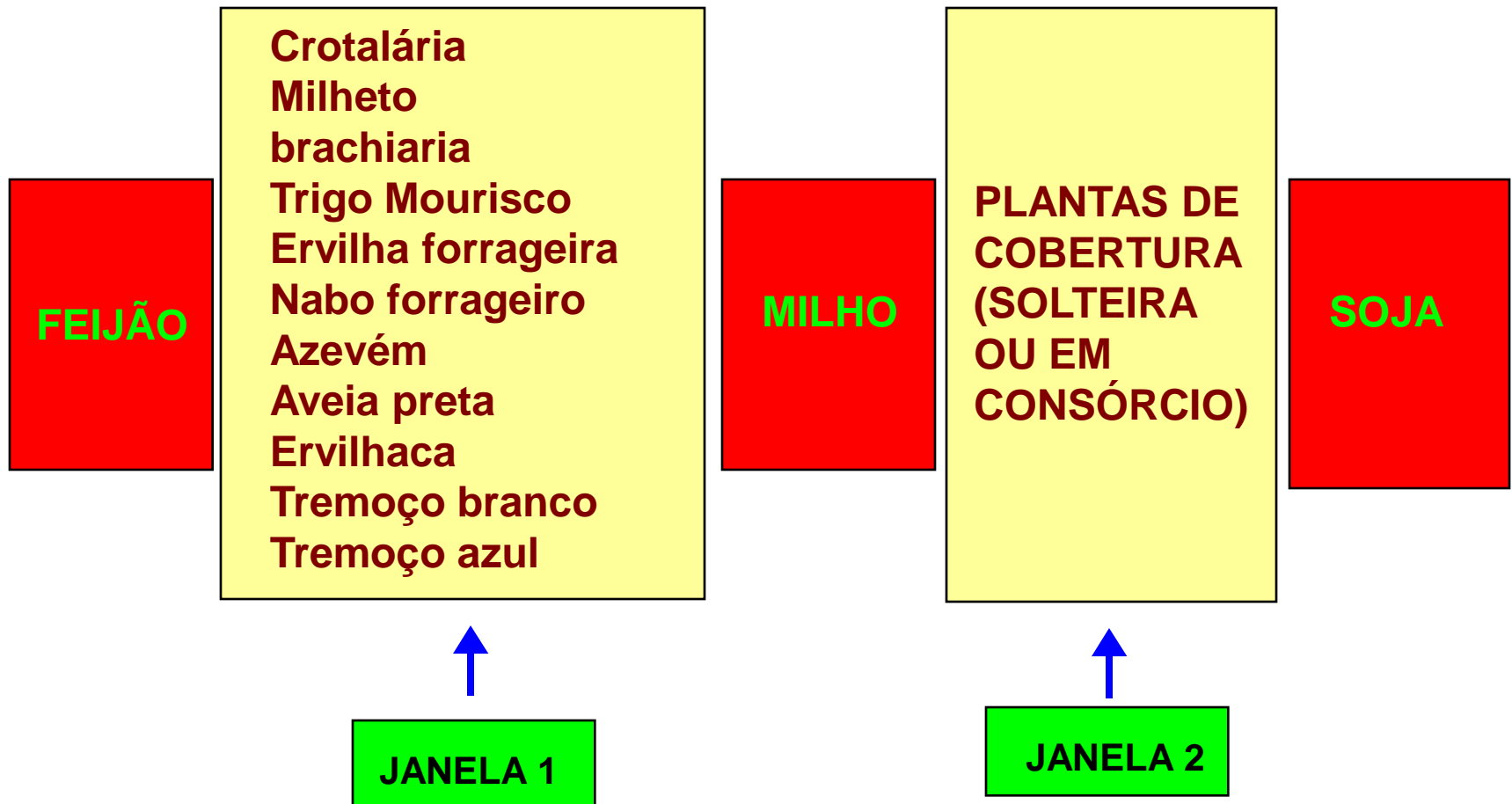
PLANTIO DIRETO com QUALIDADE

- Adição contínua de matéria orgânica ao solo;
- Rotação de culturas, usando plantas de cobertura no intervalo entre safras;
- Redução do período entre colheita e próximo plantio;
- Sequestro de carbono, redução do efeito estufa.

O que se busca com a rotação de culturas?

- MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO;
- REDUÇÃO DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS;
- AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS;
- ESTABILIDADE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

DIAGRAMA SEQUENCIAL DE CULTURAS



O que se busca com as Plantas de Cobertura?

Fixação de N, adicionar Carbono, palhada estável, melhoria da estrutura do solo, infiltração de água, Controle de plantas invasoras, Controle de doenças, pragas, nematóides, etc.

Conhecer as plantas de cobertura é de fundamental importância para a escolha da espécie(s) adequada(s)

Produção de matéria verde, matéria seca e conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio (% da MS) de algumas espécies

Especies	M.V. (t/ha)	M.S. (t/ha)	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Aveia preta	15-40	2-11	0.70-1.68	0.14-0.42	1.08-3.08
Centeio	30-35	4-8	0.58-0.66	0.16-0.29	0.75-1.45
Ervilhaca peluda	20-37	3-5	2.51-4.36	0.25-0.41	2.41-4.26
Ervilha forrageira	15-40	2.5-7	1.77-3.36	0.14-0.41	0.67-3.31
Nabo forrageiro	20-65	3-9	0.92-1.37	0.18-0.33	2.02-2.65
Tremoço branco	30-40	3.5-5	1.22-1.97	0.25-0.29	1.00-1.77
Tremoço azul	25-40	3-6	0.85-2.15	0.12-0.29	1.36-1.49
Aveia/ Ervilhaca	15-50	2-10.5	0.93-1.39	0.15-0.16	1.23-1.47
Milheto	11-90	3.5-21	0.34-1.46	0.13-0.29	1.05-3.12
Caupi	20-33	2.5-5.7	1.67-2.22	0.25-0.50	1.82-2.77
Girassol	20-46	4-8	1.08	0.21	2.64
Crotalária juncea	15-35	2.5-8.5	1.42-1.65	0.19-0.21	0.96-1.38
Mucuna	10-25	2-5	1.56-2.43	0.46-0.57	1.00-1.47
Guandú anão	10-22	2-6.5	1.02-2.04	0.21-0.28	0.92-1.47
Milheto/caupi	19-40	3.5-10	0.61-0.82	0.13-0.17	1.08-1.12

Recomendação de adubação nitrogenada para milho (RS/SC)

Mat. Orgânica do solo	Nitrogênio a aplicar		
	Cultura antecedente		
	Leguminosa	Pousio ou Consorcio	Gramínea
%	-----Kg de N/hectare-----		
≤ 2,5	70	80	90
2,6 a 5,0	50	60	70
> 5,0	≤ 30	≤ 40	≤ 50

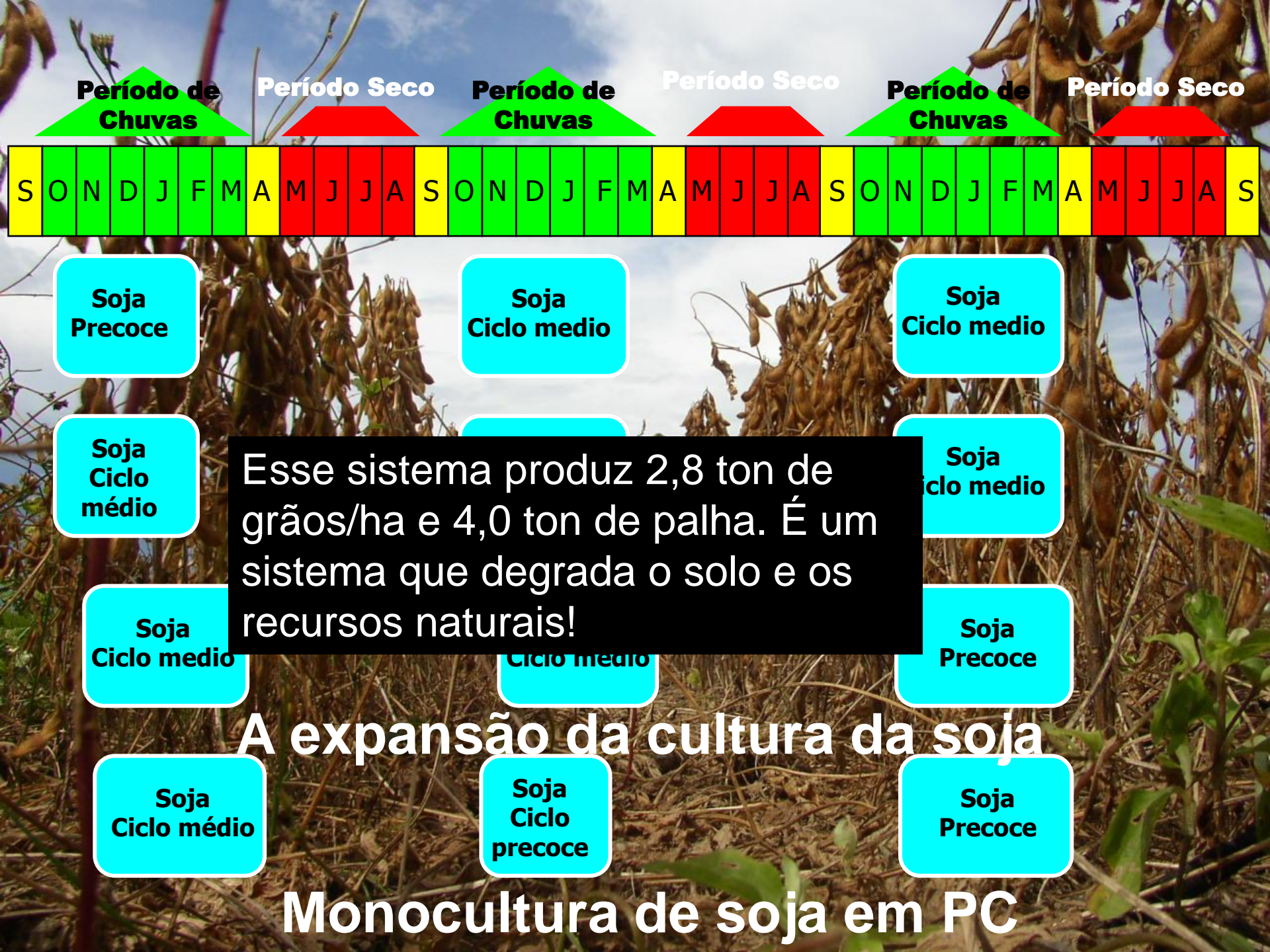
. Com base em estudos de Da Ros & Aita (1996); Wiethölter (1996); Bayer & Mielniczuk (1997); Amado & Mielniczuk (1999, 2000); Aita et al. (2000); Santi (2000); Ceretta et al. (2002).

. Leguminosas como tremoço e ervilhaca chegam a fornecer 80 a 120 kg de N/ha para o milho (Calegari, 2006).

Quadro 6. Rendimento de grãos de milho, cultivado em sucessão à plantas de cobertura de solo no inverno, em três níveis de adubação nitrogenada mineral

Plantas de cobertura no inverno	Dose de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)							
	0 N ²		100 N		200 N		Média	
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
Gramíneas ¹	5537	100	7913	100	11251	100	8234	100
Nabo	7070	128	10484	132	13377	119	10310	125
Ervilhaca	9793	177	11915	150	12774	113	11494	140

¹ Média das gramíneas aveia preta, aveia branca, cevada e trigo; ² Média 2000/01 e 2001/02.



Período de Chuvas

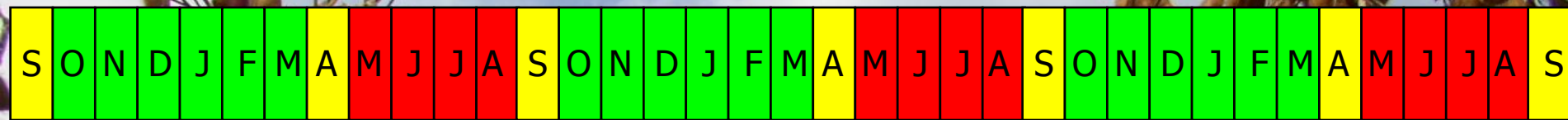
Período Seco

Período de Chuvas

Período Seco

Período de Chuvas

Período Seco



Soja Precoce

Soja Ciclo medio

Soja Ciclo medio

Soja Ciclo médio

Esse sistema produz 2,8 ton de grãos/ha e 4,0 ton de palha. É um sistema que degrada o solo e os recursos naturais!

Soja ciclo medio

Soja Ciclo medio

Ciclo medio

Soja Precoce

Soja Ciclo médio

Soja Ciclo precoce

Soja Precoce

A expansão da cultura da soja

Monocultura de soja em PC



Período de Chuvas

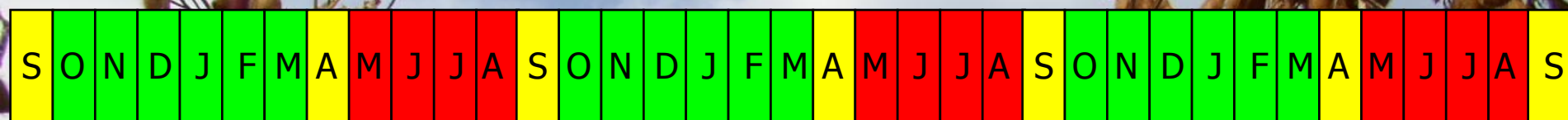
Período Seco

Período de Chuvas

Período Seco

Período de Chuvas

Período Seco



Soja Precoce

Milheto

Soja Ciclo medio

Milheto

Soja Ciclo medio

Milheto

Soja Ciclo médio

Milheto

Soja Ciclo médio

Milheto

Soja o medio

Milheto

Esse sistema produz 3,1 ton de grãos/ha e 7,7 ton de palha. É um sistema vulnerável e não sustentável.

Milheto

Soja Ciclo medio

Milheto

Soja Ciclo medio

Soja Precoce

Milheto

Soja Ciclo médio

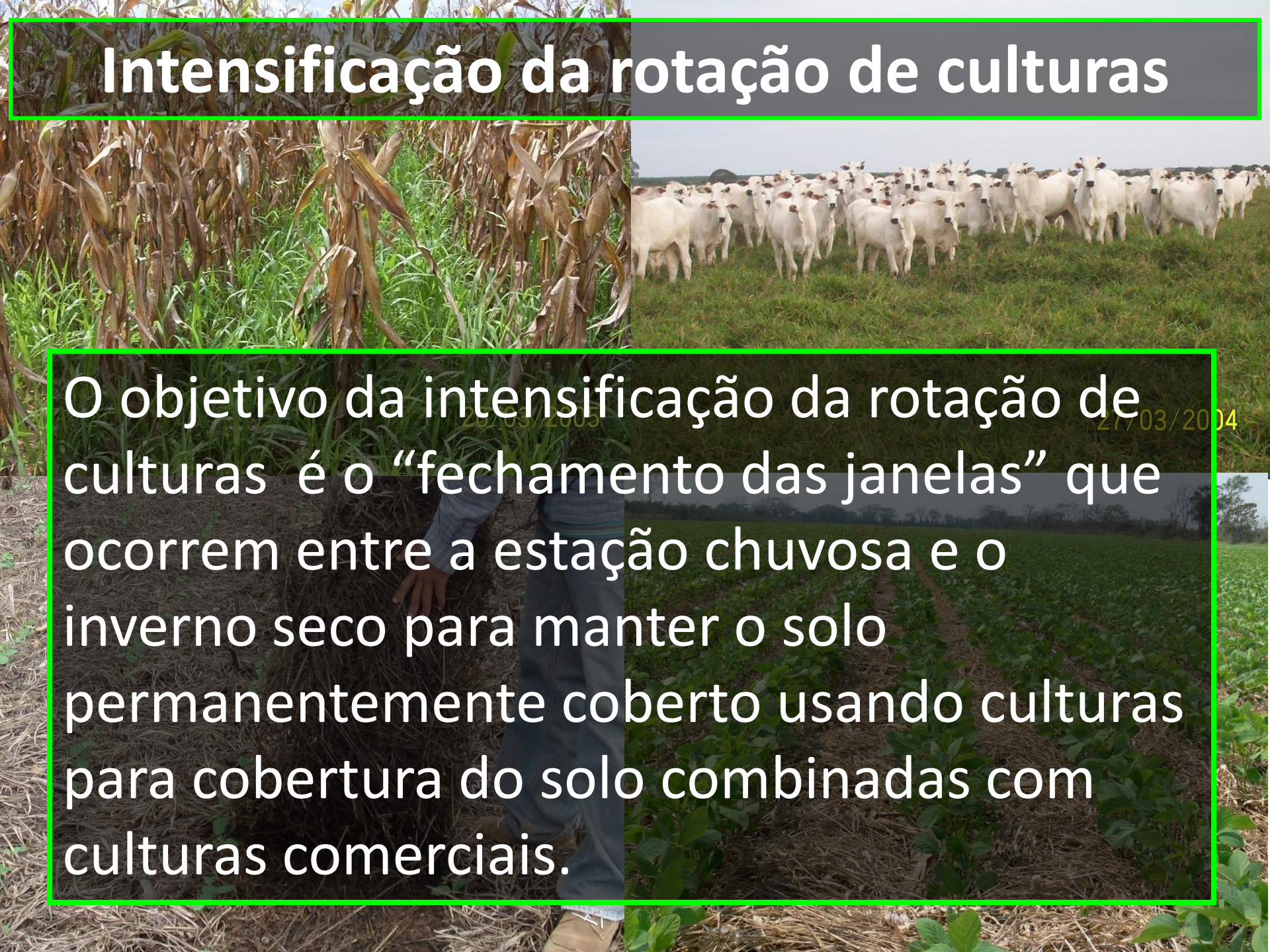
Soja Ciclo precoce

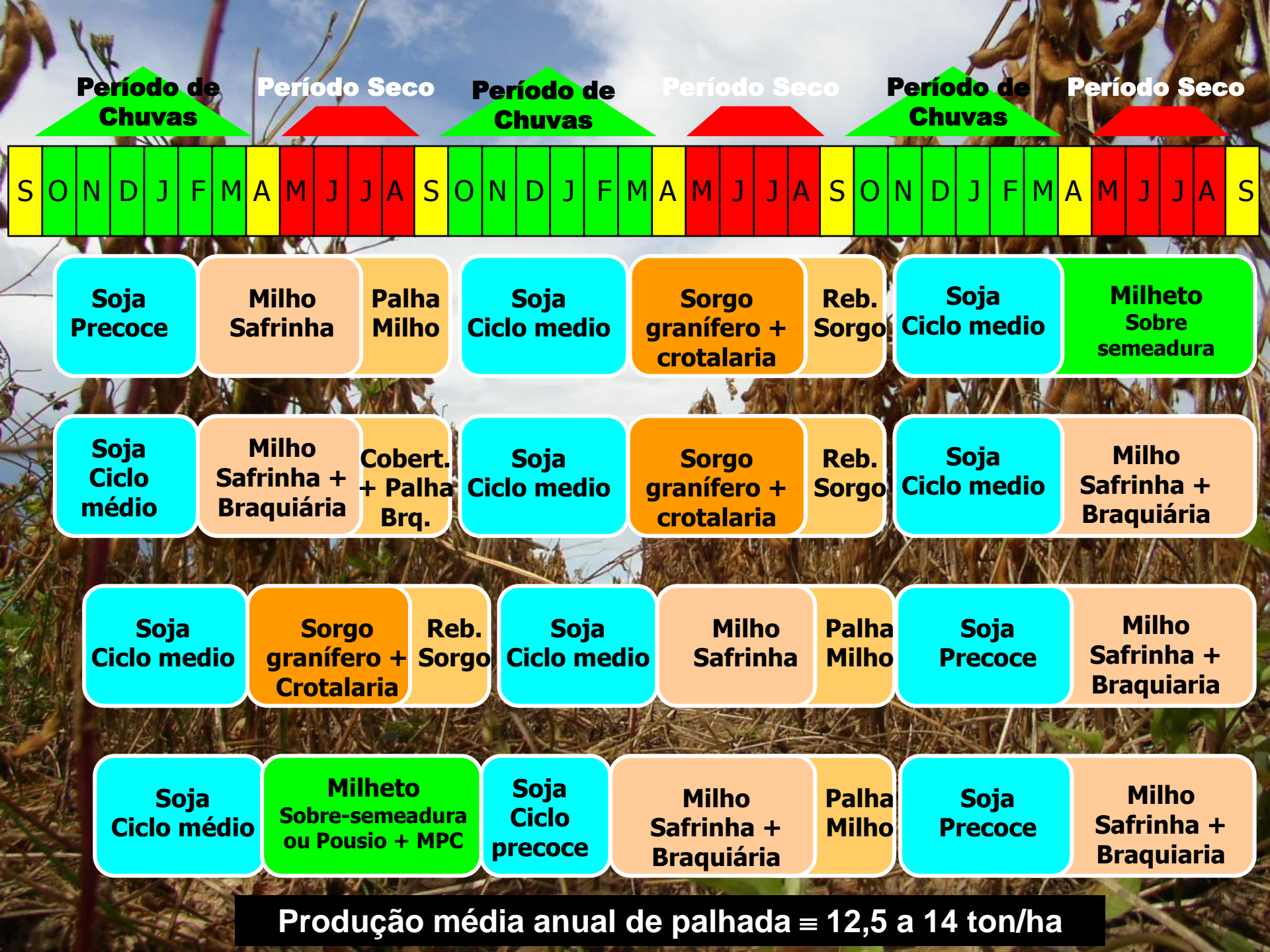
Milho Safrinha

Soja Precoce

Intensificação da rotação de culturas

O objetivo da intensificação da rotação de culturas é o “fechamento das janelas” que ocorrem entre a estação chuvosa e o inverno seco para manter o solo permanentemente coberto usando 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 + Braquiária	Cobert. + Palha Brq.	Soja Ciclo medio	Sorgo granífero + crotalaria	Reb. Sorgo	Soja Ciclo medio	Milho Safrinha + Braquiária
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	

Produção média anual de palhada = 12,5 a 14 ton/ha

Colheita de soja (4 a 4.5 tons de MS) – Fev.

Plantio de Milho + Braquiaria-
Fev.

Colheita de Milho (7 tons de MS) – Jun

Outubro – Antes do plantio
de soja \cong 14-15 tons de
MS Braquiaria

10 a 20 dias após colheita
(raízes > 50 cm)

Depois da colheita

Exemplo de Soja/Milho + Braquiaria

Novembro – 12 dias após
plantio de soja

Novembro \cong 12.5 tons de
MS de Braquiaria

Dezembro \cong 9.5 tons de
Braquiaria

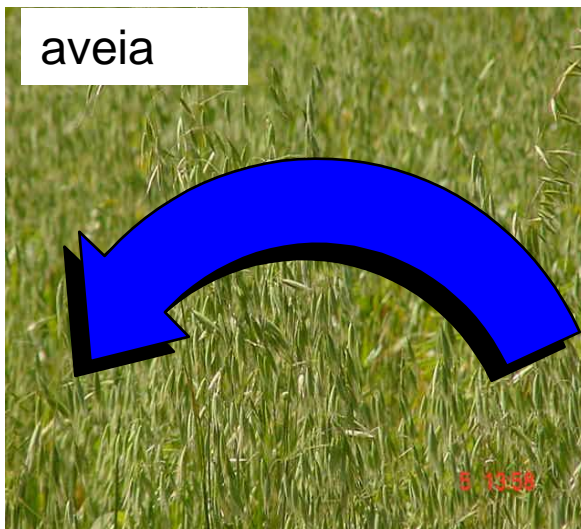
16 a 20 ton/ha de palhada

Solo permanentemente coberto

feijão



aveia



milho

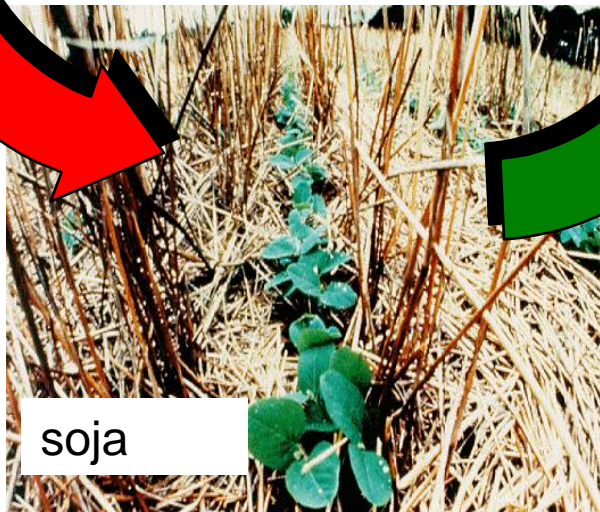


Rotação de culturas

Nabo forrageiro



soja



ervilhaca



CONSÓRCIOS OU COQUETÉIS



AVEIA + NABO
+ ERVILHACA
+ CENTEIO



Aveia preta + ervilha
forrageira + Ervilhaca_



Aveia + Nabo
+ Ervilhaca



AVEIA +
TREMOÇO
+ERVILHA

Mix - Aveia preta + ervilhaca + azevém







LAPAR

TRITICALE IPR 111

GOVERNO DO
PARANÁ

SEAB
SECRETARIA DE AGRICULTURA
E PESQUISA

CANOLA





Produtor, Sr. Walmor:

MILHETO + NABO + AVEIA + *Brachiaria ruziziensis*

26mm - Cristalina –GO



**Raiz de
Crotalaria
spectabilis –
Cristalina GO,
Fev 2009**

17 15:01

MILHETO

MILHO

SORGO

MUCUNA

SOJA

CEVADA

TRIGO

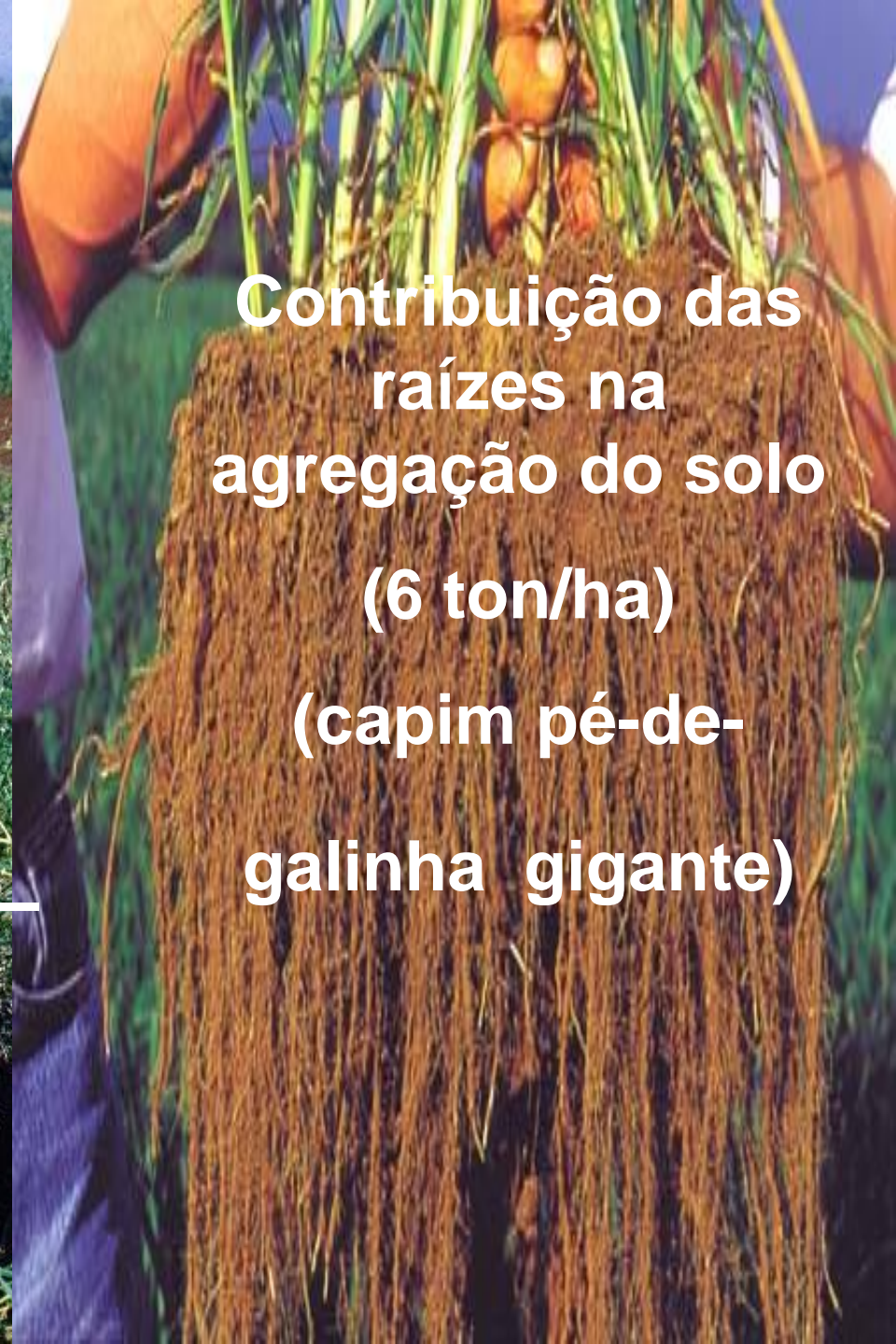
ERVILH
CA

Diferentes Sistemas Radiculares

Fonte: Denardin et al., 2007



**NABO forrageiro –
IAPAR IPR-116**



**Contribuição das
raízes na
agregação do solo
(6 ton/ha)
(capim pé-de-
galinha gigante)**

Feijão em SPD (*Brachiaria* spp.)

(Controle do fungo – *Sclerotinia sclerotiorum*)

18 7:22 PM



**Managing cover crop cocktail and
sowing no-till corn**

Verão/Outono
. Milho safrinha + braquiária



Outono/Inverno
. Braquiária



Inverno
. Braquiária sob pastejo



Verão
. Soja



Fonte: PROTILP

12 anos: soja & azevém em sucessão



Soja pré-colheita
com azevém vindo
por ressemeadura



Soja após colheita
com azevém vindo
por ressemeadura
natural



Pastagem
estabelecida 50 dias
depois



Novilhos de 14-15
meses de idade
(mercado de
animais jovens)



Faz. Água Branca – Cláudia - MT

Crotalária + Milheto

Edson, Agrosistemas



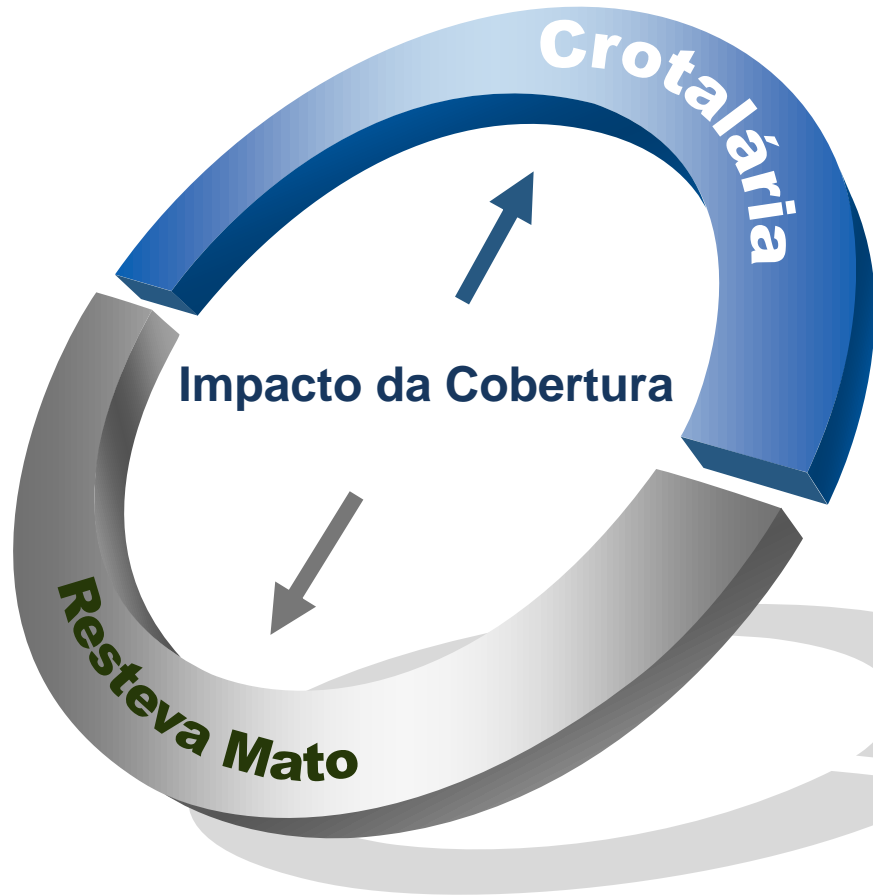
Var. P98y70 - 63 scs/ha

Edson, Agrosistemas

Soja sobre o Mix Crotalária + Milheto

Fazenda Paraíso - Sorriso MT

Soja – Var. Vencedora



Após Crotalária

64 sacas/ha

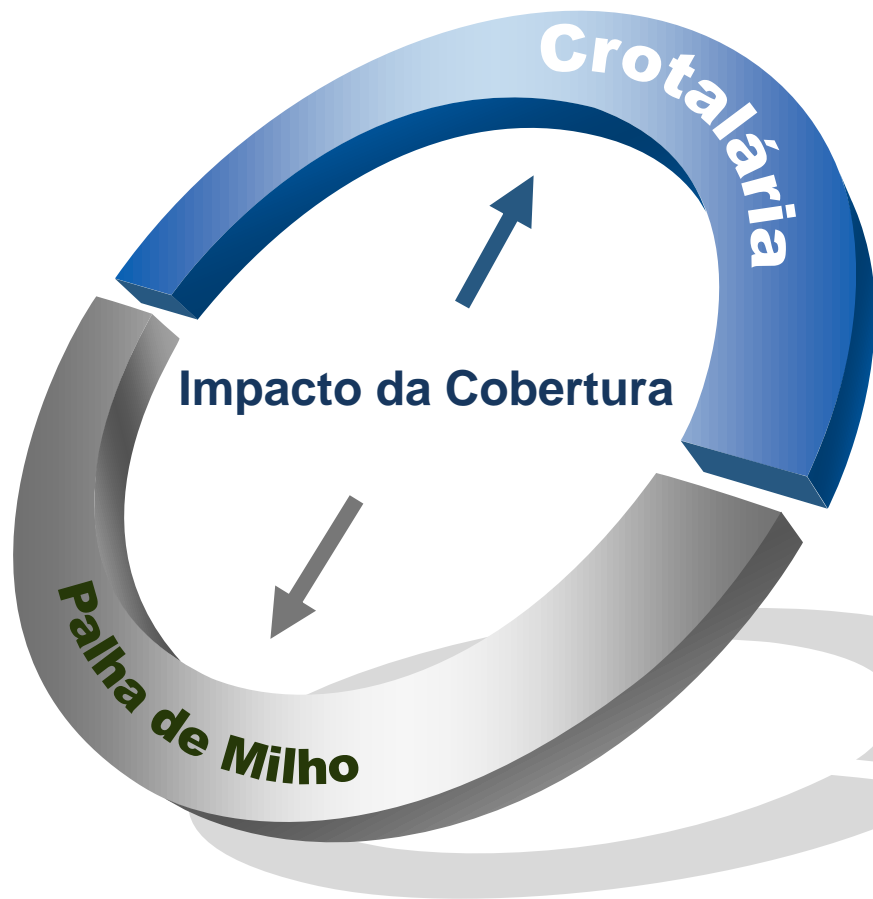
8 sacas/ha

Plantio na Resteva Mato

56 sacas/ha

Fazenda Água Branca - Cláudia MT

Soja – Var. TMG 103



Após Crotalária

60 sacas/ha

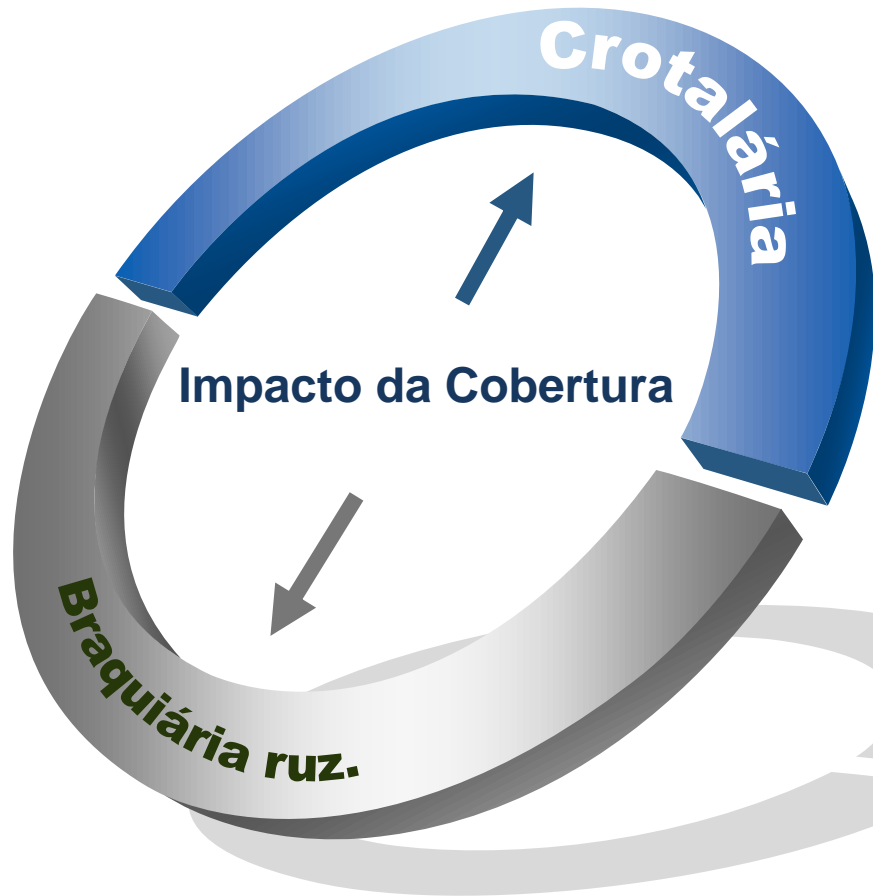
6 sacas/ha

Plantio na Palha de Milho

54 sacas/ha

Fazenda Leopoldina - Sorriso MT

Soja – Var. M-Soy 8867



Após Crotalária

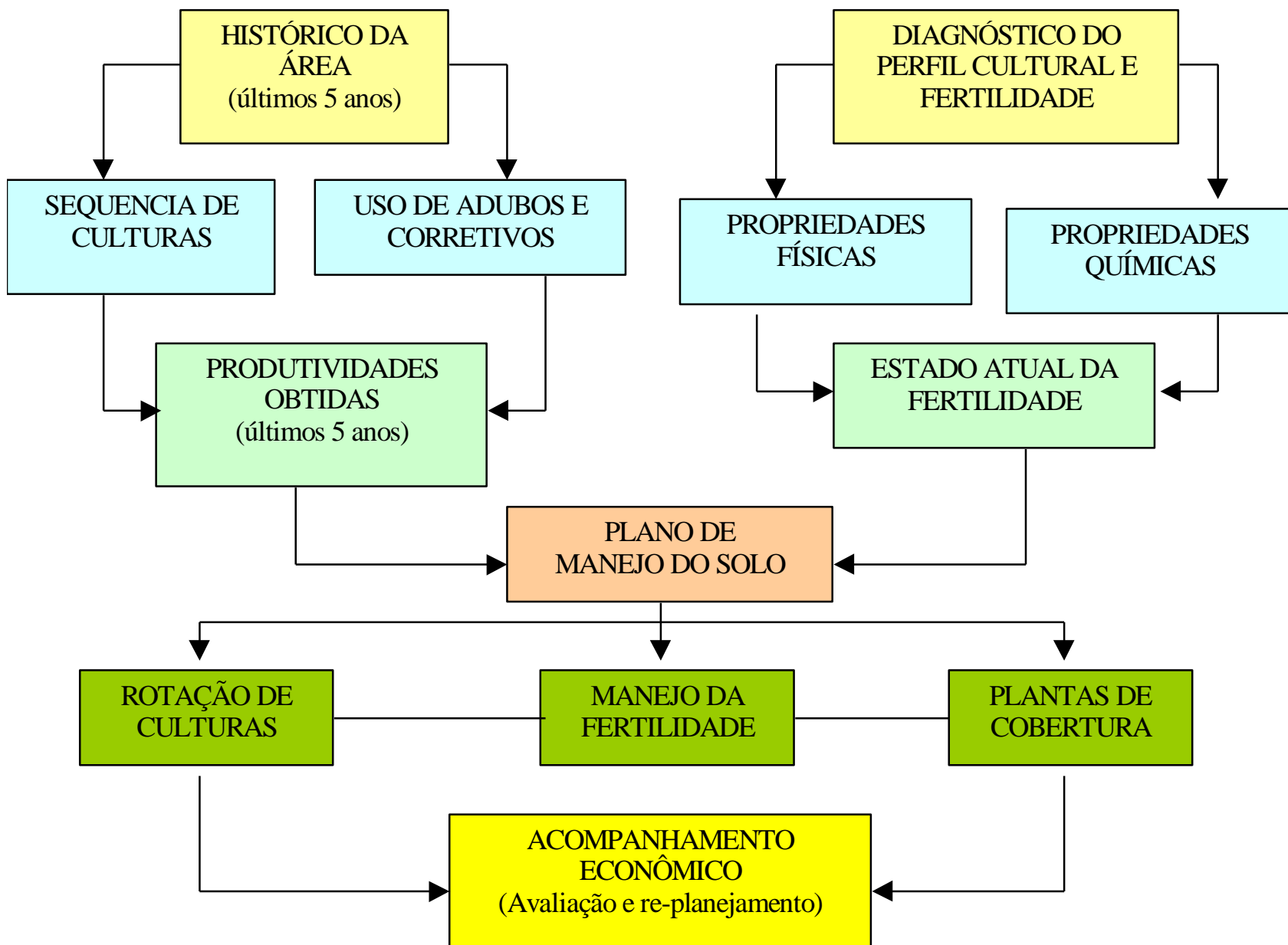
58 sacas/ha

14 sacas/ha

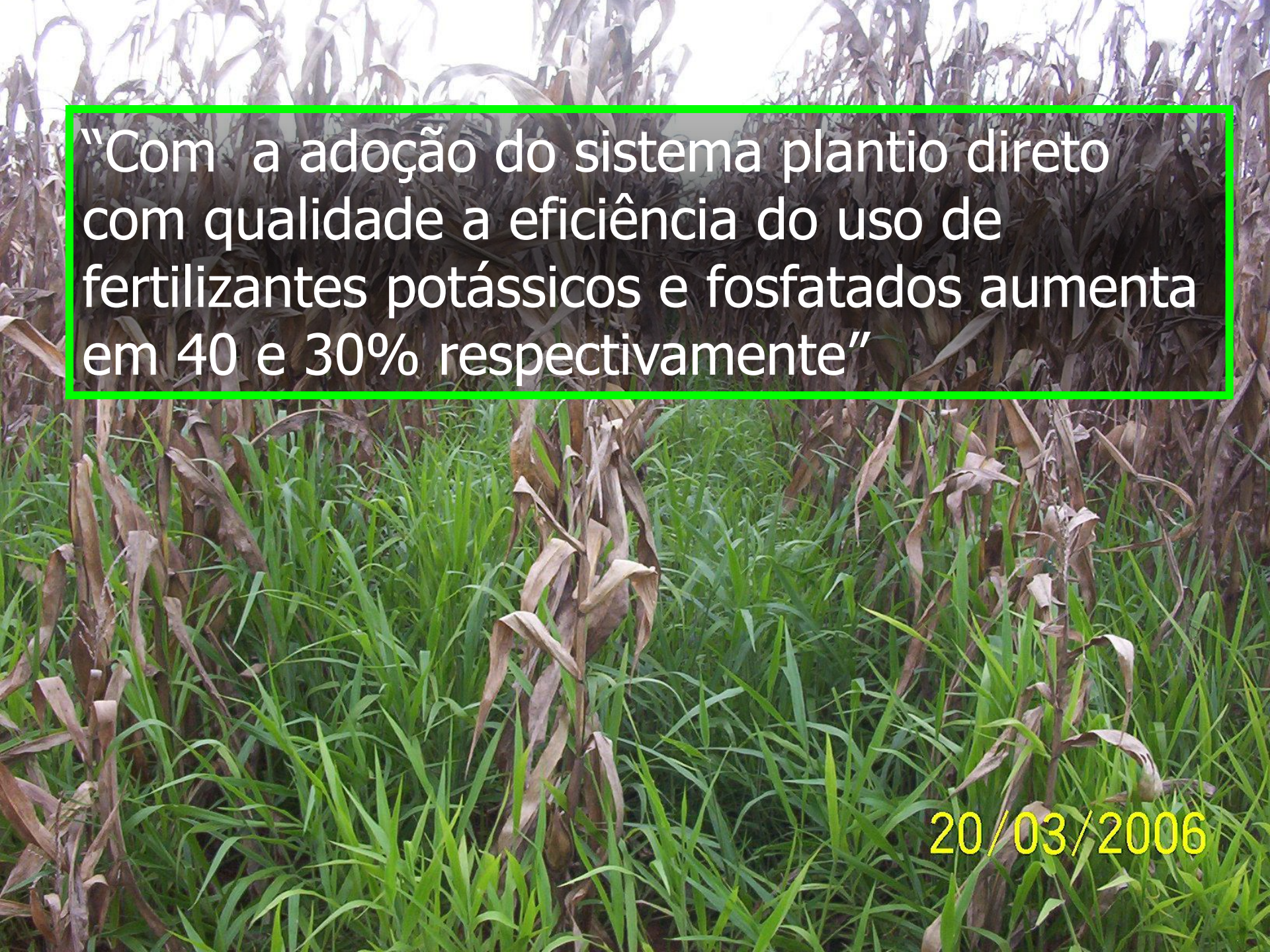
Após Braquiária ruz.

44 sacas/ha

GESTÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO



CASO	SISTEMA TRADICIONAL			SISTEMA MODIFICADO		
	ADUBAÇÃO REALIZADA	SOJA (kg/ha)	RETORNO (R\$)	ADUBAÇÃO REALIZADA	SOJA (Kg/ha)	RETORNO (R\$)
SAFRA 1999/2000						
1	165 Kg/ha 2-20-20	3050	7,52	50 Kg/ha KCl + Inoculante	3478	15,41
2	250 Kg/ha 2-20-20	3937	7,41	150 Kg/ha 2-20-20 + Inoculante	3971	12,2
3	165 Kg/ha 2-20-20	2730	8,01	150 Kg/ha Superf simples + Inoc	3084	10,15
4	145 Kg/ha 2-30-10	3669	9,12	Só Inoculação	3803	
5	186 Kg/ha 2-30-10	2480	4,17	186 Kg/ha 2-30-10 + Inoculante	2520	4,31
6	227 Kg/ha 4-20-20	3614	7,92	300 Kg/ha Superf Simples + Inoc	3919	6,88
SAFRA 2000/2001						
1	165 kg/ha 2-25-25	3479	9,6	135 Kg/ha Superf simples + Inoc	3018	10,24
2	82 Kg/ha 5-25-25 + 82 Kg/ha Superf simples	4062	15,75	160 Kg/ha Hiperfosfato + Inoculação	4260	25,33
3	162 Kg/ha 2-20-20	4048	15,79	250 Kg/ha Hiperfosfato + Inoc	3966	17,56
4	200 Kg/ha 2-20-20	4332	9,82	150 Kg/ha Hiperfosfato + Inoc	4386	19,51
5	220 Kg/ha 2-20-20	4092	9,3	230 Kg/ha Superf simples + Inoc	4092	11,64
Fonte: Boletim Direto na Qualidade set/out, 2001						



“Com a adoção do sistema plantio direto com qualidade a eficiência do uso de fertilizantes potássicos e fosfatados aumenta em 40 e 30% respectivamente”

20/03/2006

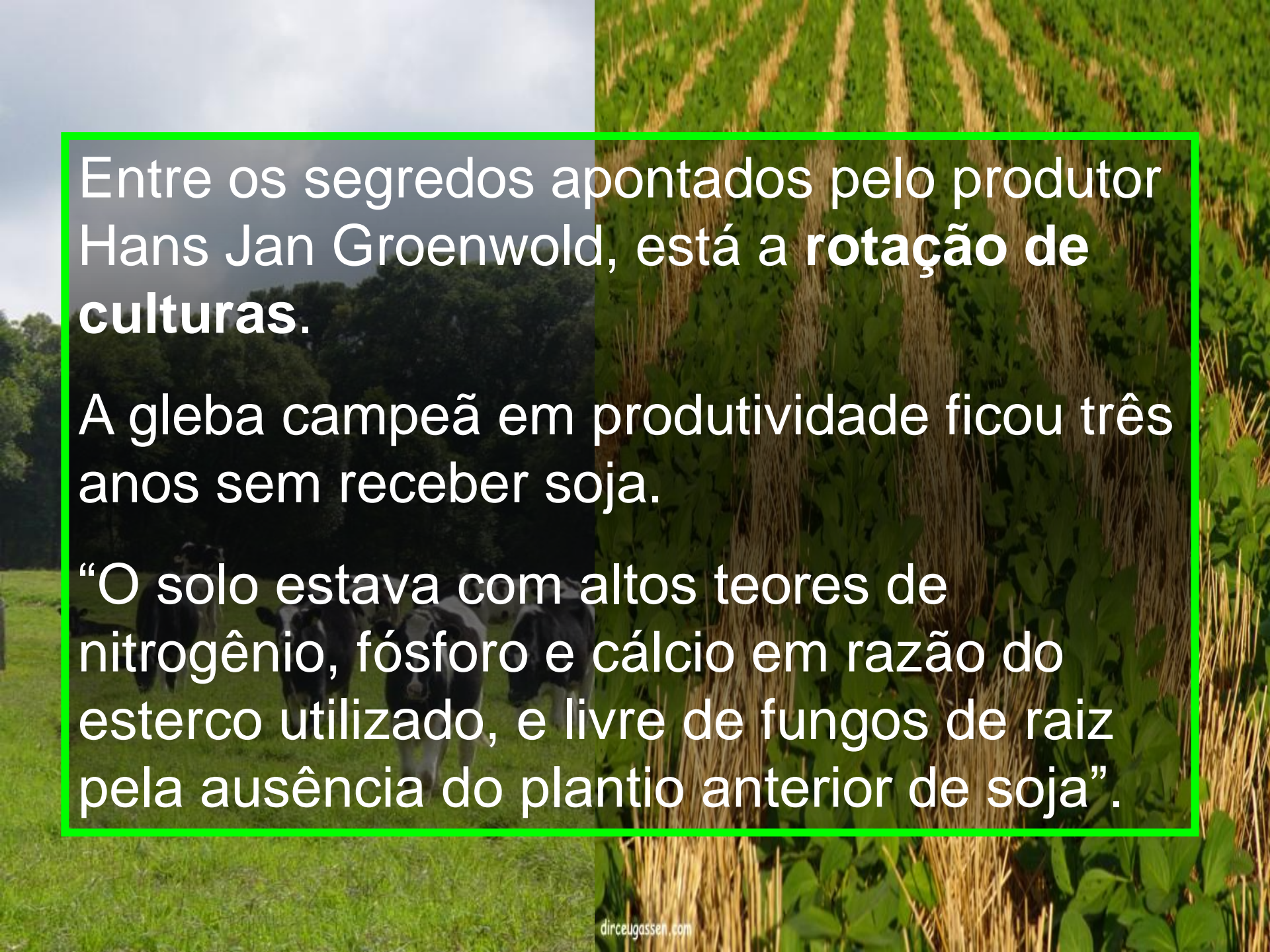
Vencedores concurso máxima produtividade Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB)

2011/12 – Ely de Azambuja Germano – Ventania,PR
106 scs/ha;

2012/13 – Hans Jan Groenwold – Castro,PR
110 scs/ha;

2013/14 – Alexandre Seitz – Guarapuava,PR
117 scs/ha

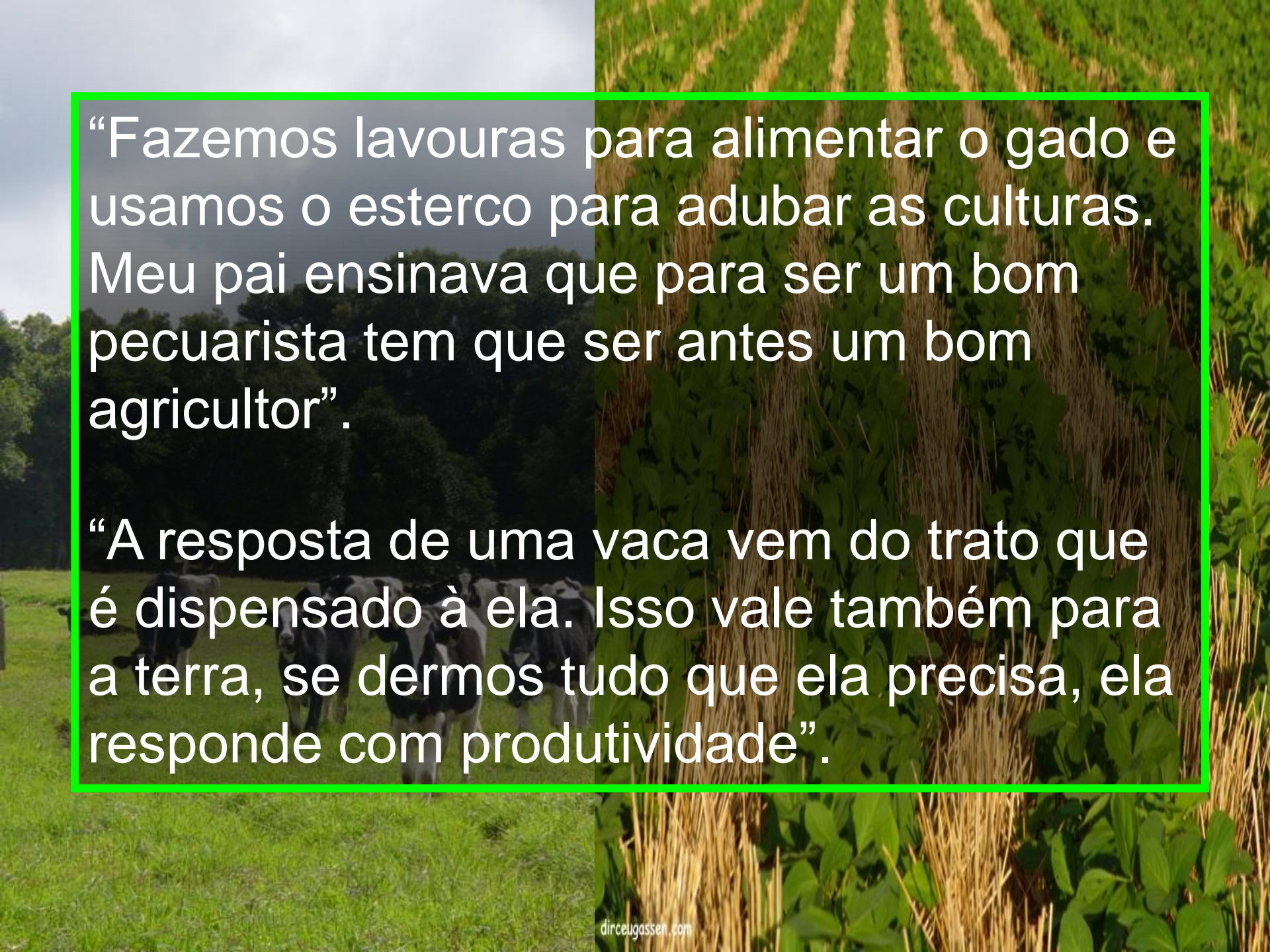
Será que é coincidência?



Entre os segredos apontados pelo produtor Hans Jan Groenwold, está a **rotação de culturas**.

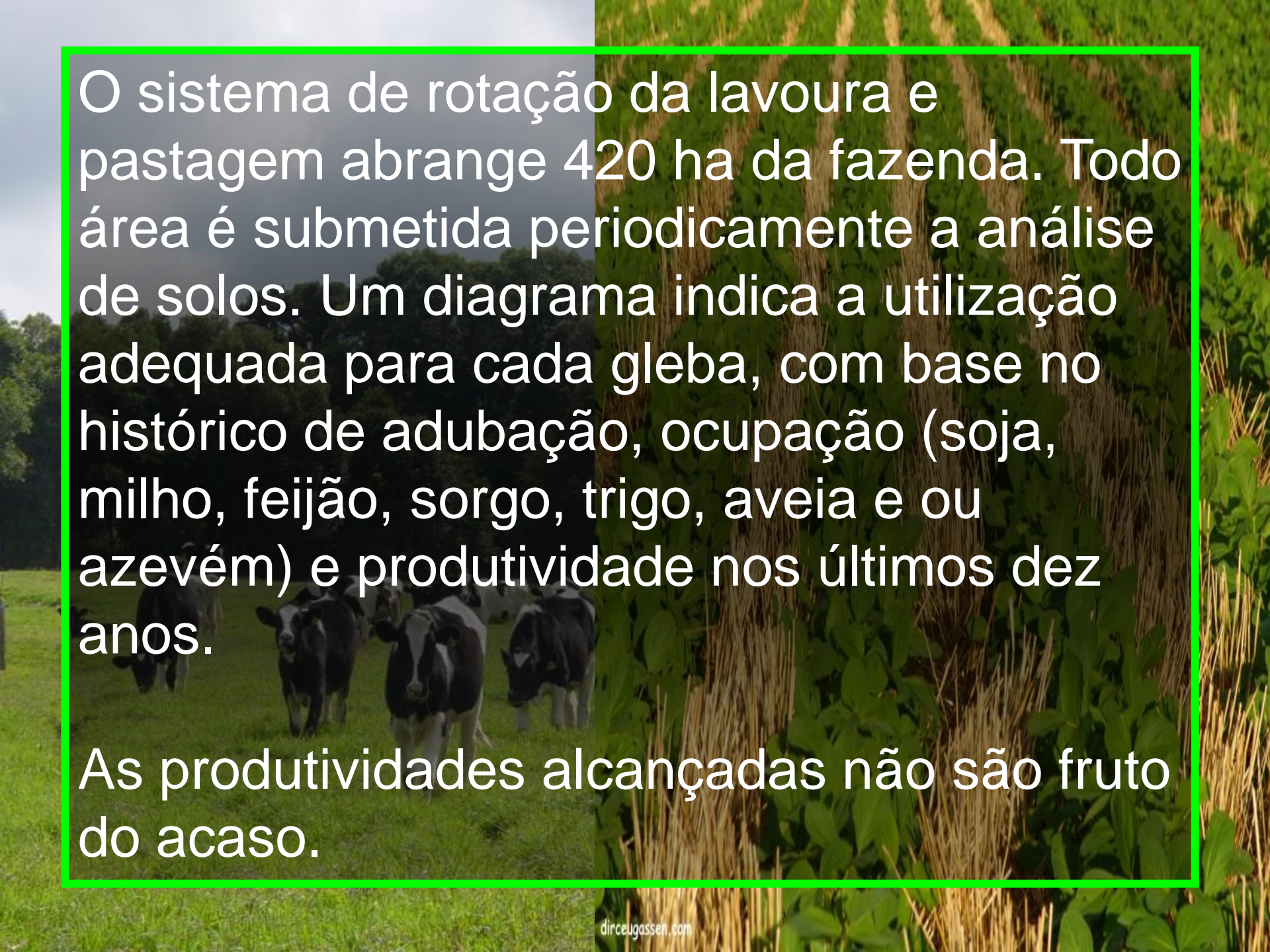
A gleba campeã em produtividade ficou três anos sem receber soja.

“O solo estava com altos teores de nitrogênio, fósforo e cálcio em razão do esterco utilizado, e livre de fungos de raiz pela ausência do plantio anterior de soja”.



“Fazemos lavouras para alimentar o gado e usamos o esterco para adubar as culturas. Meu pai ensinava que para ser um bom pecuarista tem que ser antes um bom agricultor”.

“A resposta de uma vaca vem do trato que é dispensado à ela. Isso vale também para a terra, se dermos tudo que ela precisa, ela responde com produtividade”.



O sistema de rotação da lavoura e pastagem abrange 420 ha da fazenda. Toda área é submetida periodicamente a análise de solos. Um diagrama indica a utilização adequada para cada gleba, com base no histórico de adubação, ocupação (soja, milho, feijão, sorgo, trigo, aveia e ou azevém) e produtividade nos últimos dez anos.

As produtividades alcançadas não são fruto do acaso.

Desafio do manejo dos solos no Brasil



Sistemas sustentáveis de produção, visando altas produtividades se faz com:

Adição contínua de matéria orgânica;
Rotação de culturas com uso de plantas de cobertura;
Redução do intervalo entre a colheita e o próximo plantio;
Sequestro de carbono, redução do efeito estufa

dirceugassen.com

= PLANTIO DIRETO COM QUALIDADE

Obrigada

lutecia@iapar.br
(42) 3219-9712