Fórum Nacional de Trigo 2023

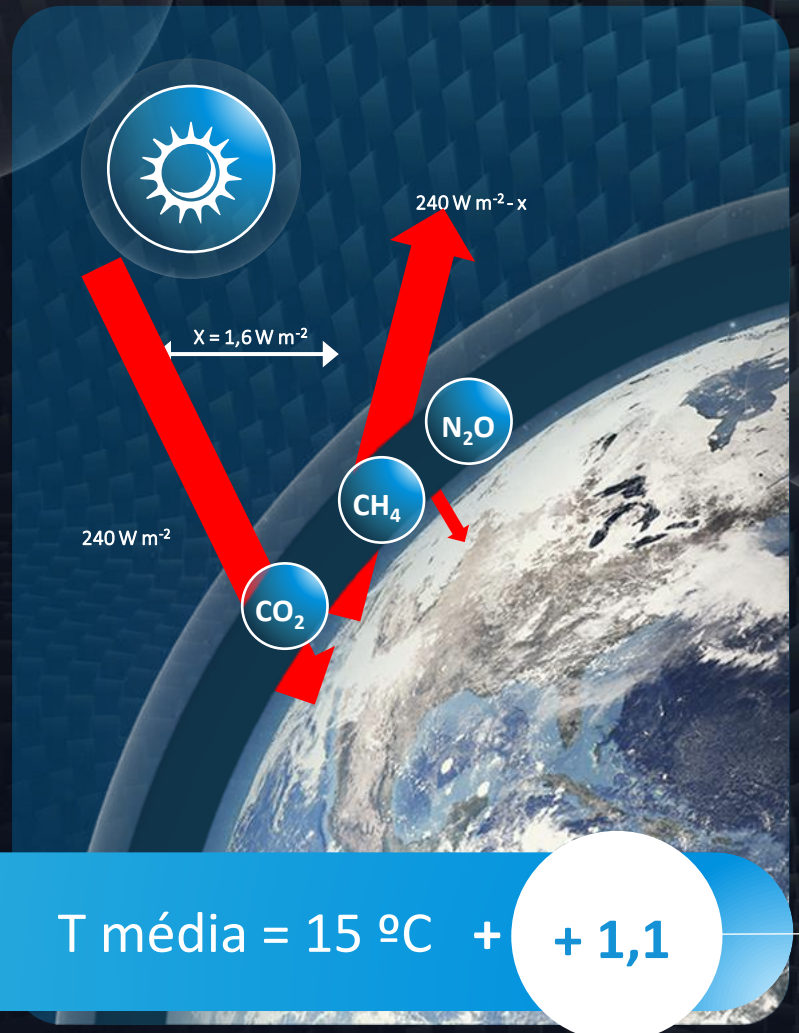
Estratégias para redução da pegada de C dos sistemas de produção agrícola, inserção dos cereais de inverno e oportunidades

Prof. Cimélio Bayer

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

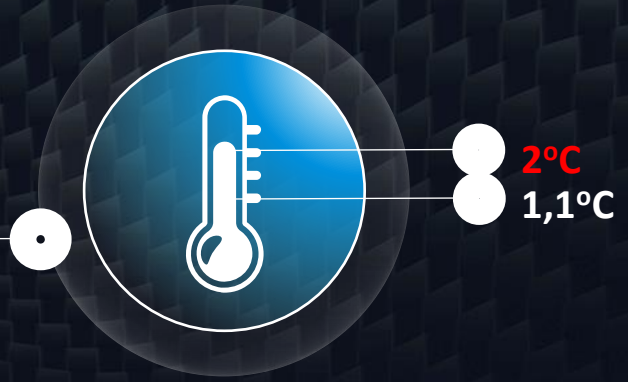
Foto: Lavoura de trigo no Planalto do RS (Embrapa trigo)

Aquecimento Global



T média = 15 ºC + + 1,1

Mudanças climáticas com efeitos irreversíveis



IPCC, 2022

Olhar o desafio climático por outra

PERSPECTIVA

Podem existir oportunidades nesse caminho

Transição

modelo de agricultura tradicional

- Simplificado
- Alto uso de insumos
- Baixa eficiência
- Alto impacto ambiental

Agricultura de baixa emissão de C

- + Complexo
- Agricultura de processos
- Menor uso de insumos
- Alta eficiência
- Baixo impacto ambiental

AGRICULTURA BRASILEIRA

- **Ganhos em Produtividade**
- **Barreiras não tarifárias (União Européia)**
- **Cadeia de Suprimento de Empresas Multinacionais**

  (Acesso a mercados e agregação de valor)
- Mercado de Créditos de Carbono

Mitigação & Adaptação

Enfrentar o problema

ESTRATÉGIAS IMPLEMENTADAS
EM CONJUNTO

Reação ao **impacto**
do problema

(Co-benefício)

Mitigação

Reduzir Emissões GEEs

Aumentar Dreno C

Mitigação

Reduzir Emissões GEEs

Maximização da Eficiência dos Insumos
Racionalização Operações Agrícolas

Aumentar Dreno C

Sequestro de C no solo

ACV-Análise do Ciclo de Vida

Pegada de Carbono

A pegada de carbono representa a quantidade, expressa em CO_2 eq, de emissões de gases de efeito estufa na produção de um produto

do berço -> Túmulo

do berço -> porteira

Balanço de GEE em Sistemas de Produção

Balanço GEE = (CO_2 x 1 + CH_4 x 25 + N_2O x 298) + Custos CO_2

(PAG, t CO_2 equivalente)

Principais GEEs

IPCC (2022)

Mitigação das emissões de GEEs em sistemas agrícolas

(↓ GEEs e ↑ retenção de C no solo)

ACV-Análise de Ciclo de Vida

(….do berço a porteira……)

O que vem antes da porteira? Processos de background – insumos e energia

E no campo? Fatores de Emissão de Gases de Efeito Estufa nos sistemas de produção.

Extração Mineral

Indústria

- Defensivos
- Fertilizantes
- etc.

Bases de dados

- **Produção na fazenda:** Operações e insumos;

Fatores de emissão no campo
Produtividade

Redução Emissões GEE

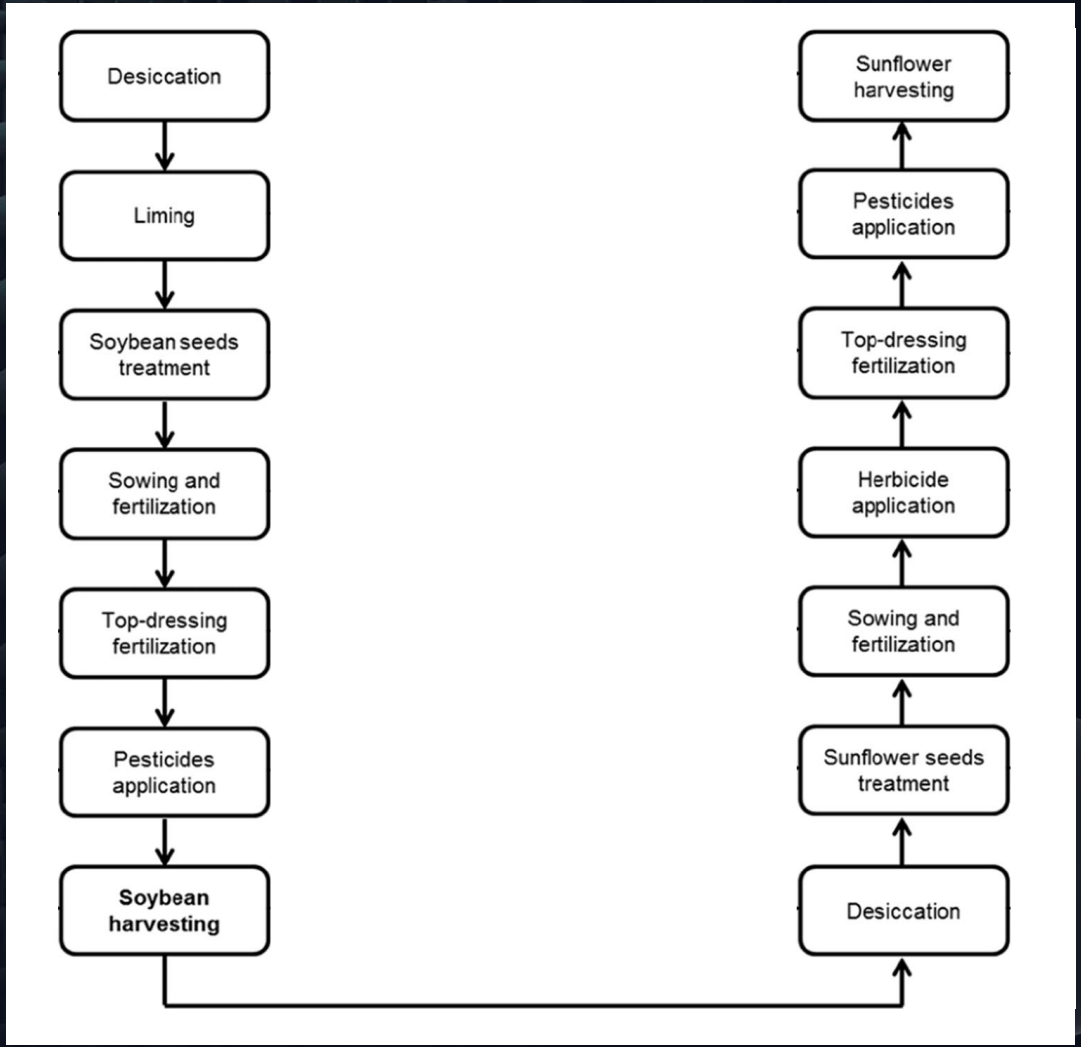
Pegada de Carbono

Racionalização das operações com máquinas

Máxima eficiência dos insumos

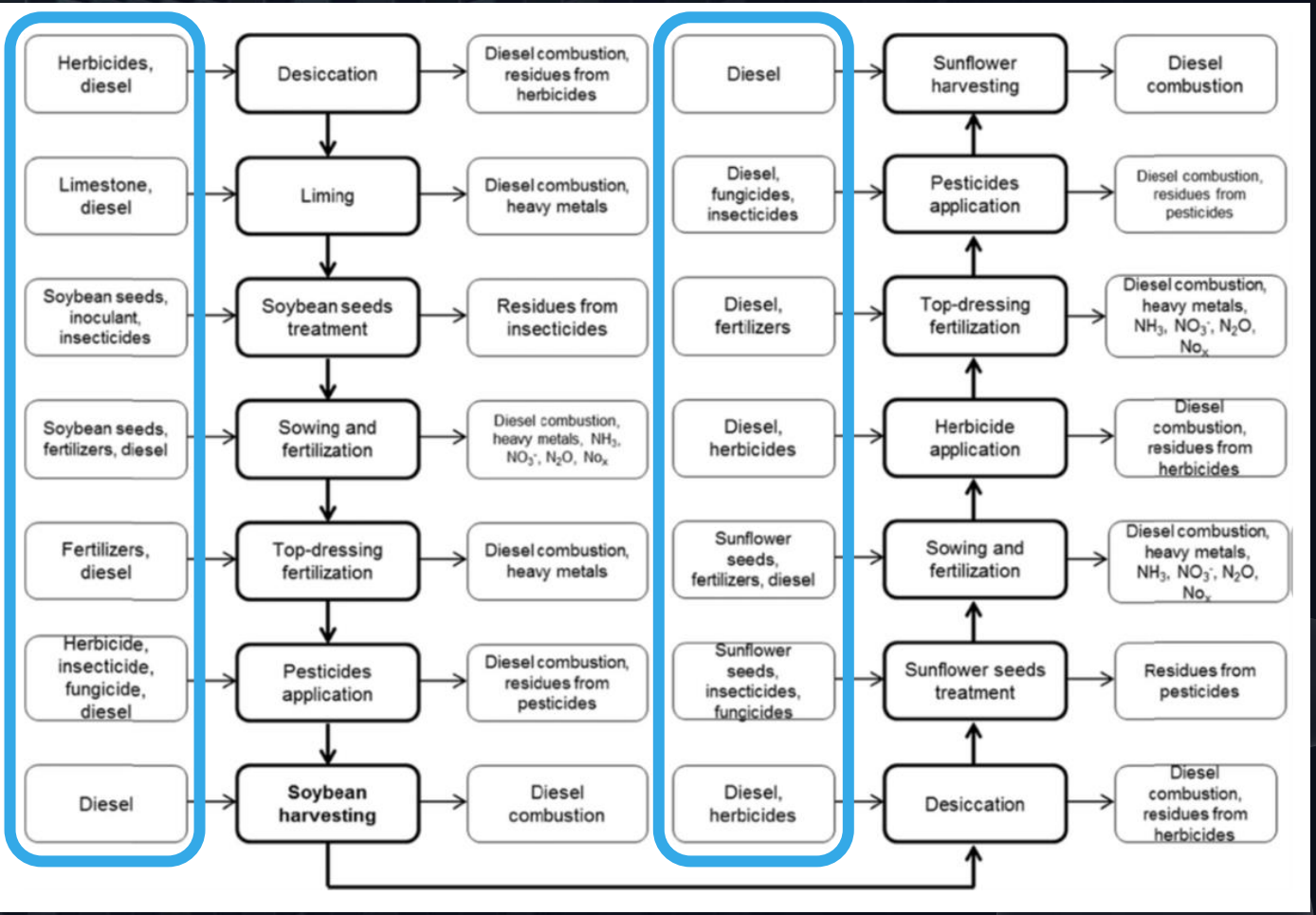
Base Sistema Produção

=> PD



Redução Emissões GEE

Pegada de Carbono

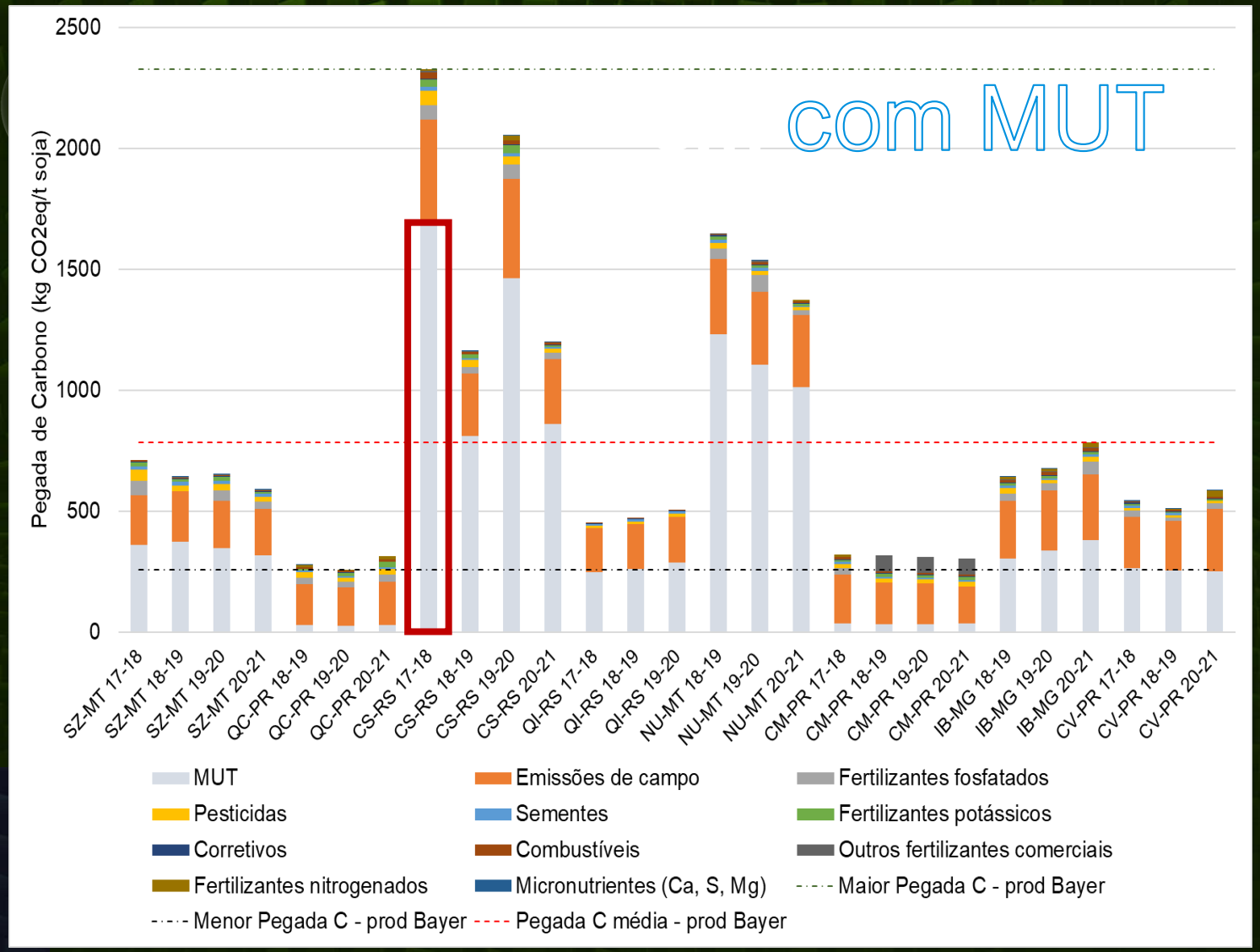


Racionalização das operações com máquinas

Máxima eficiência dos insumos

Quantificação de fluxos de entrada (recursos naturais e insumos) e saída (produtos, coprodutos, resíduos, emissões)

Exemplo: Pegada C da soja



PC max =
2326 kg CO2eq/t soja

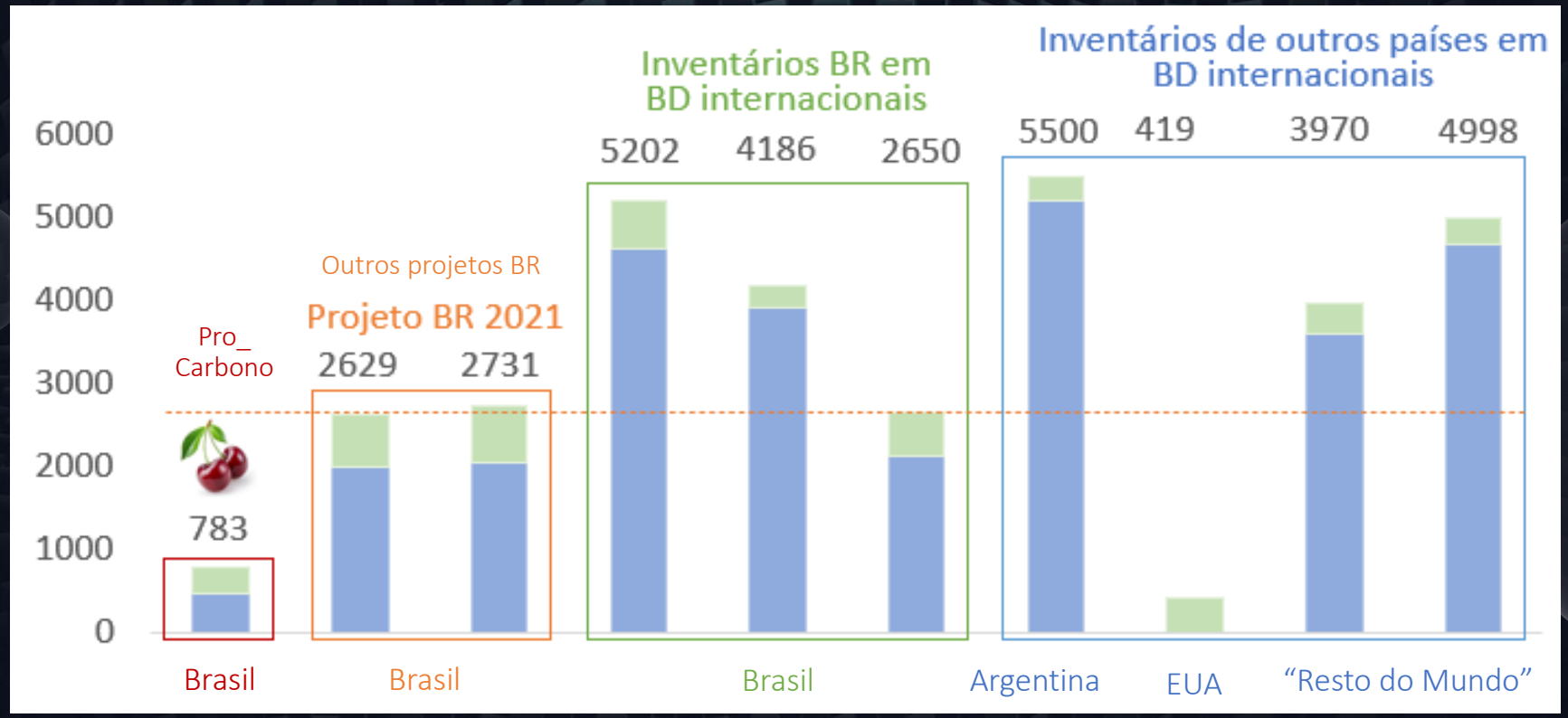
PC média =
783 kg CO2eq/t soja

PC min =
257 kg CO2eq/t soja

PRO Carbono
Produtividade & sustentabilidade

MARÍLIA FOLEGATTI
Embrapa

Pegada de Carbono da soja brasileira em BD internacionais



SOJA

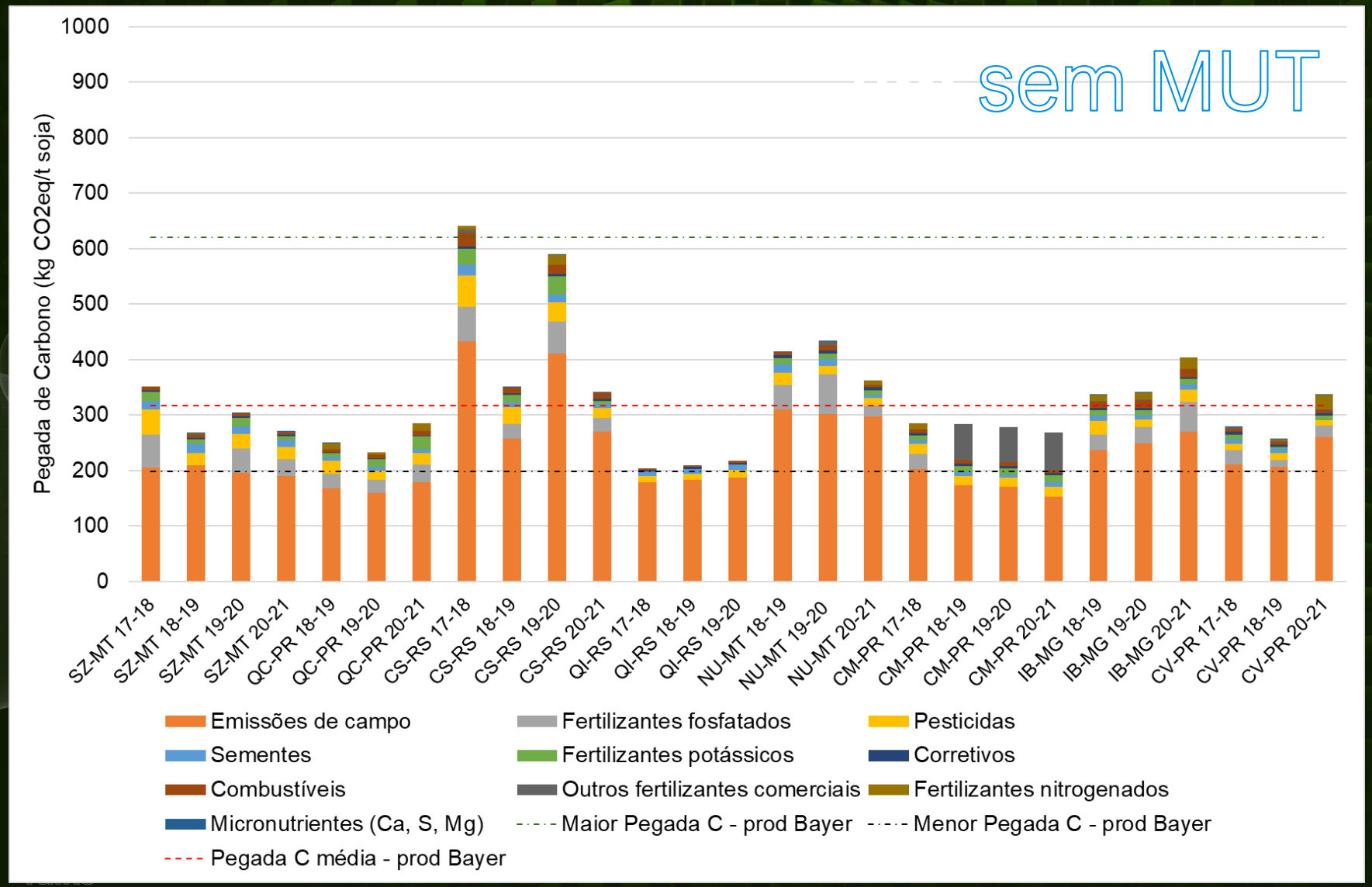
Embrapa

MARÍLIA FOLEGATTI

PRO Carbono
Produtividade & sustentabilidade

BAYER

Eficiência dos Insumos e Operações Agrícolas



PC max =
621 kg CO2eq/t soja

PC média =
317 kg CO2eq/t soja

PC min =
199 kg CO2eq/t soja

PRO Carbono
Produtividade & sustentabilidade

MARÍLIA FOLEGATTI

Embrapa

Análise de Ciclo de Vida

(....do berço a porteira.....)

O que vem antes da porteira? Processos de background – insumos e energia

É no campo? Fatores de Emissão de Gases de Efeito Estufa nos sistemas de produção.

Extração Mineral

Indústria

- Defensivos
- Fertilizantes
- etc.

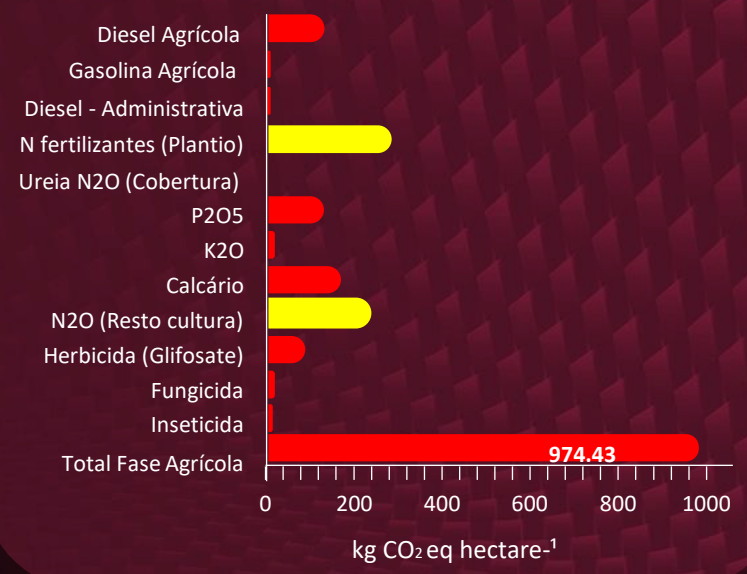
Bases de dados

- **Produção na fazenda:** Operações e insumos;

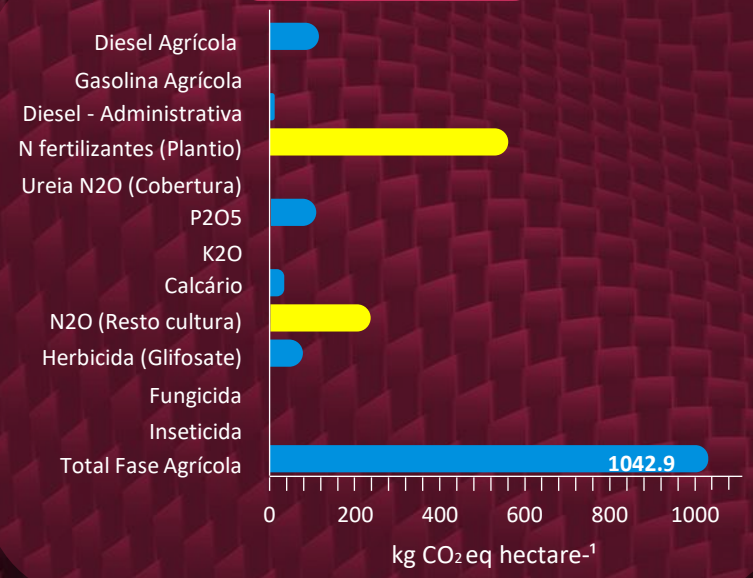
Fatores de emissão no campo
Produtividade

Pegada Sistema de Produção

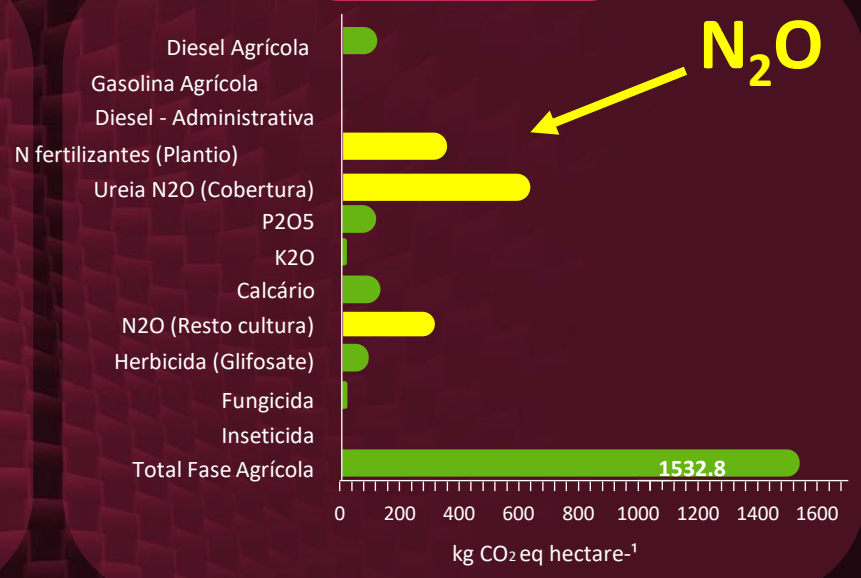
Soja



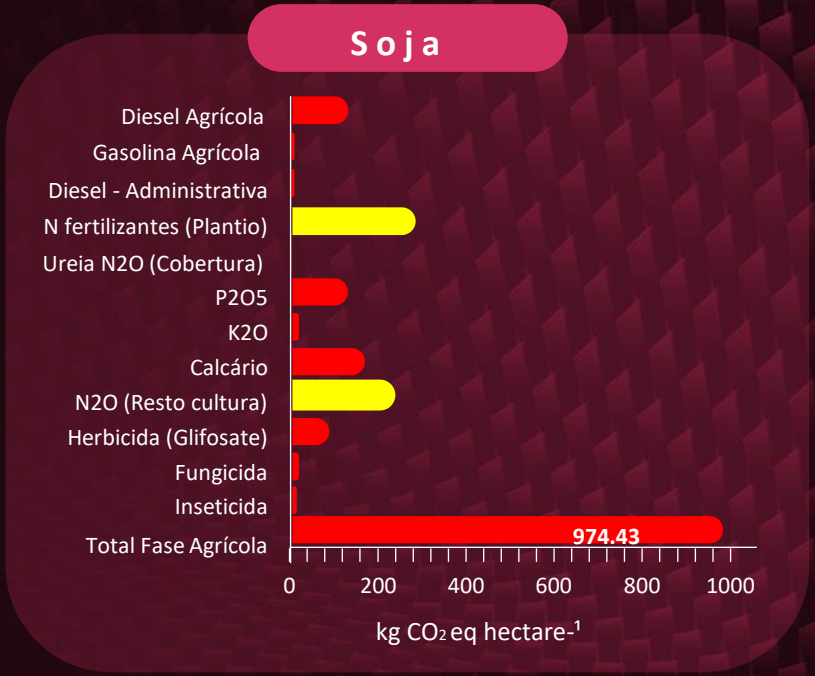
Feijão

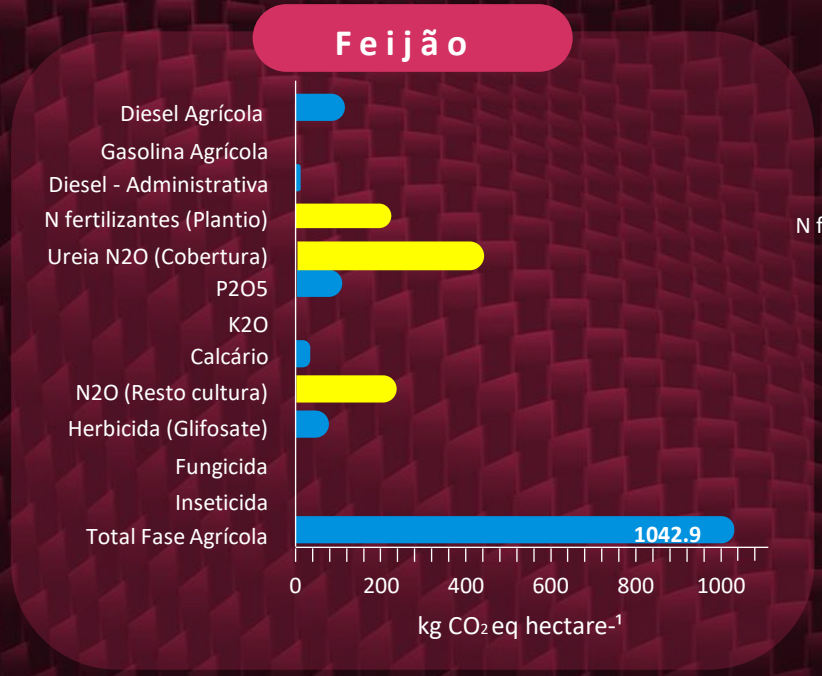


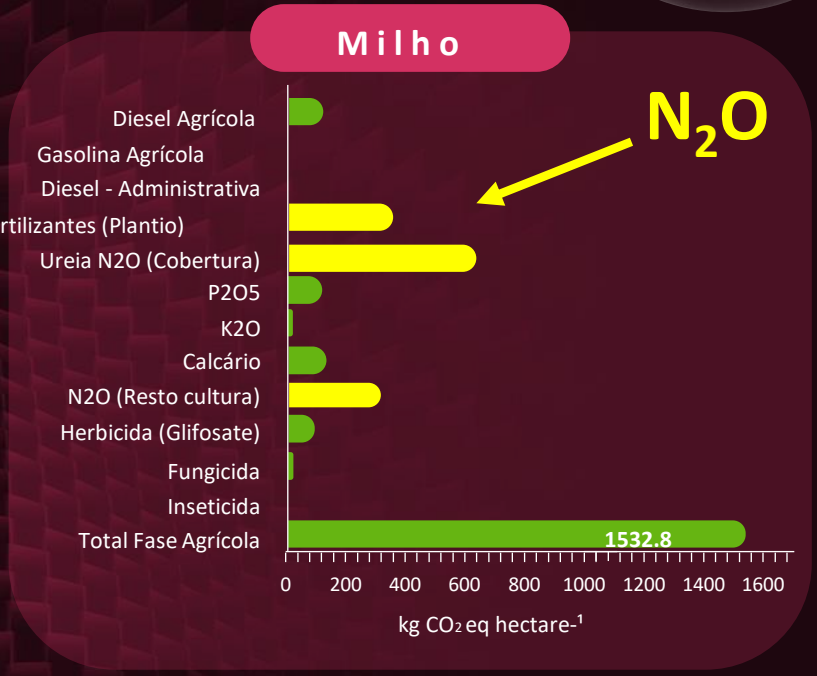
Milho



Pegada Sistema de Produção







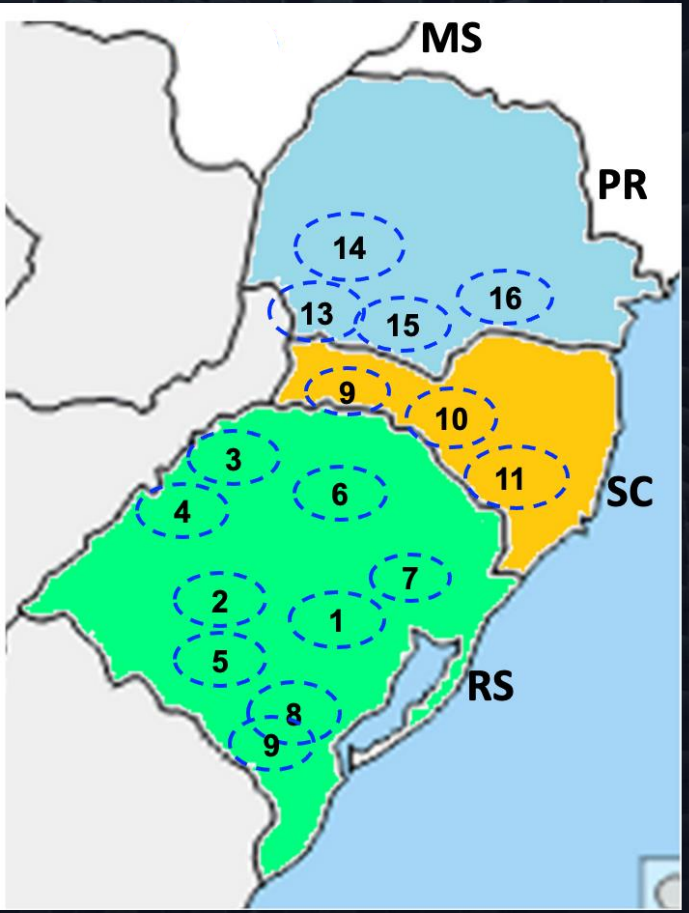
Potencial de Aquecimento dos Principais GEEs

IPCC (2022)

A necessidade de FATORES DE EMISSÃO (N_2O) regionais

FE-N_2O=% N aplicado emitido como N_2O

Rede de Pesquisa no subtrópico



SITES

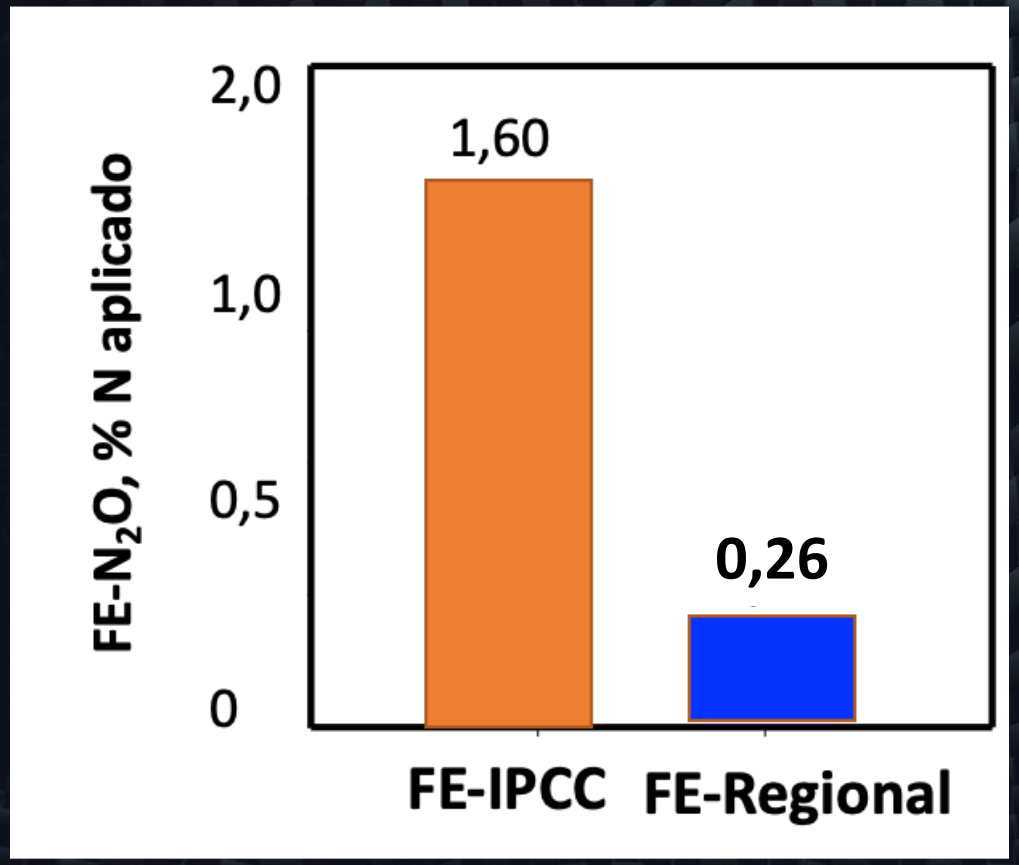
1- Eldorado do Sul (RS)
2- Santa Maria (RS)
3- Três Passos (RS)
4- Cerro Largo (RS)
5- São Gabriel (RS)
6- Passo Fundo (RS)
7- Cachoerinha (RS)
8- Pelotas (RS)
9- Pelotas –EMBRAPA (RS)
10- Chapecó (SC)
11- Curitibanos (SC)
12- Lages (SC)
13- Francisco Beltrão (PR)
14- Dois Vizinhos (PR)
15- Guarapuava (PR)
16- Palmas (PR)

Projeto suportado pela Yara Internacional

Projeto em Andamento

A necessidade de FATORES DE EMISSÃO (N_2O) regionais

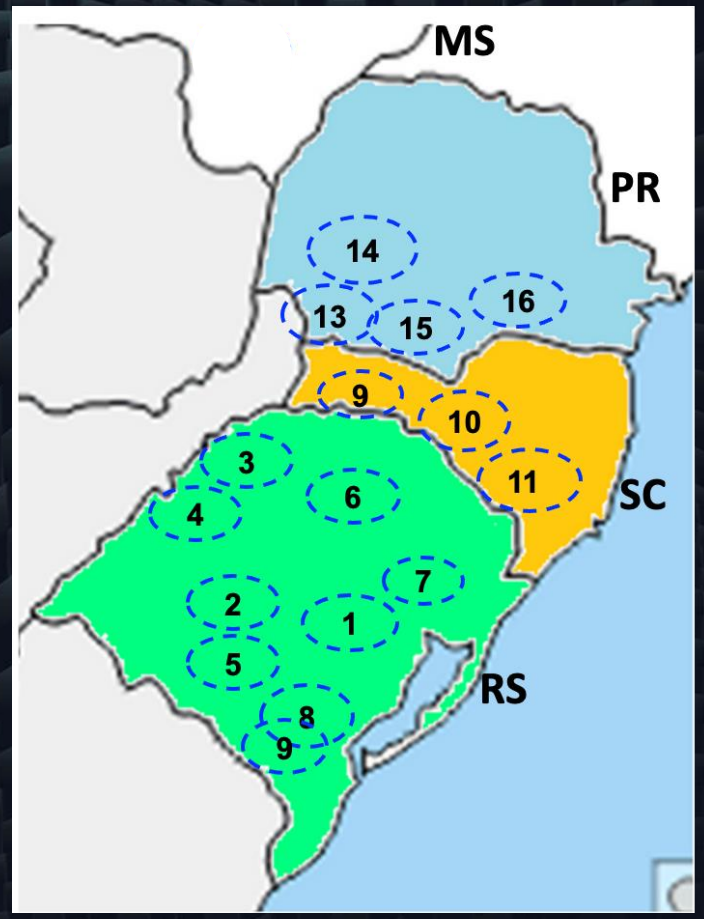
FE-N_2O=% N aplicado emitido como N_2O



Argissolos e Latossolos

Safra 2022/23

Rede de Pesquisa no subtrópico



SITES

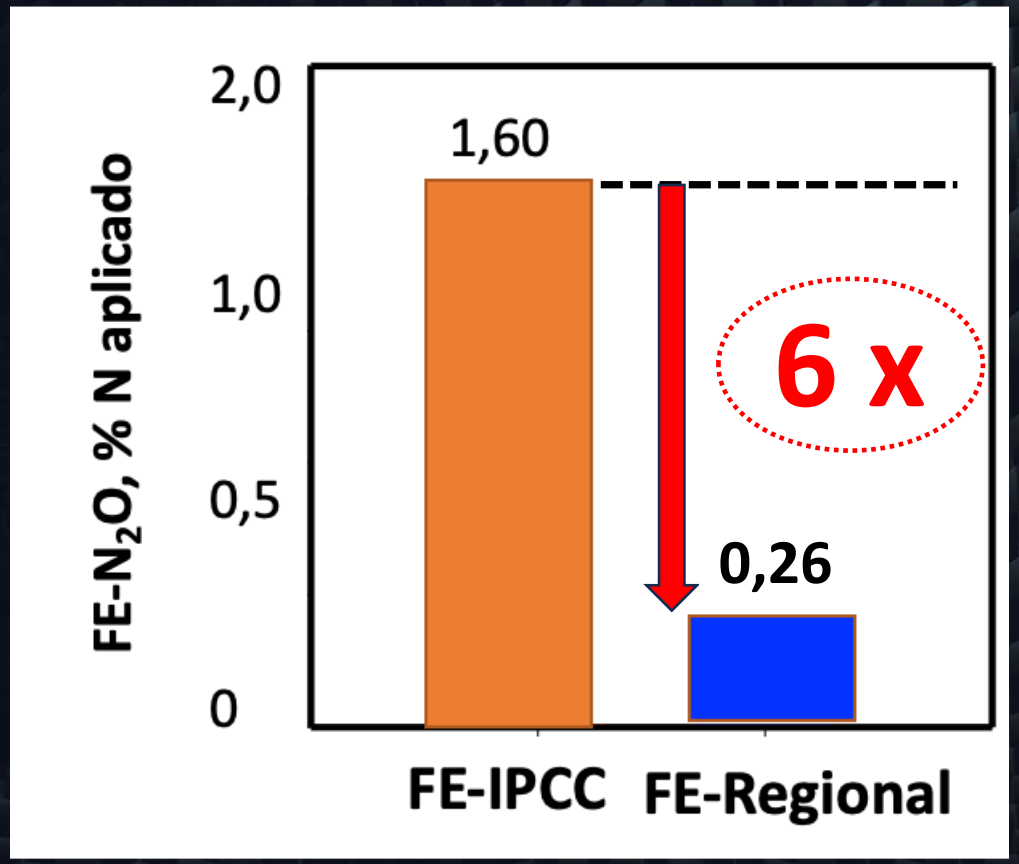
1- Eldorado do Sul (RS)
2- Santa Maria (RS)
3- Três Passos (RS)
4- Cerro Largo (RS)
5- São Gabriel (RS)
6- Passo Fundo (RS)
7- Cachoerinha (RS)
8- Pelotas (RS)
9- Pelotas –EMBRAPA (RS)
10- Chapecó (SC)
11- Curitibanos (SC)
12- Lages (SC)
13- Francisco Beltrão (PR)
14- Dois Vizinhos (PR)
15- Guarapuava (PR)
16- Palmas (PR)

Projeto suportado pela Yara Internacional

Projeto em Andamento

A necessidade de FATORES DE EMISSÃO (N_2O) regionais

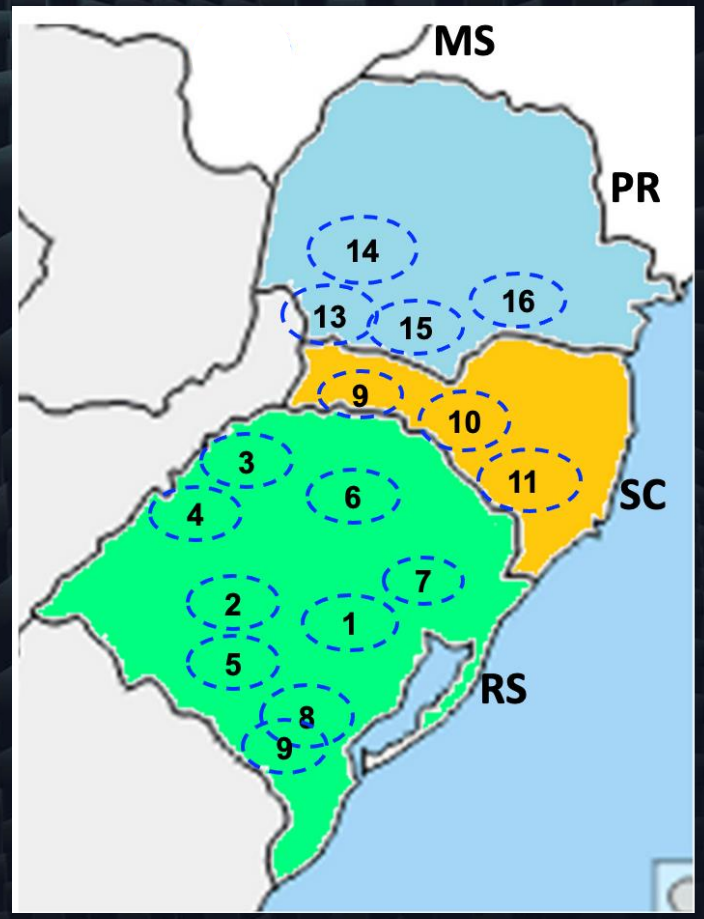
FE-N_2O=% N aplicado emitido como N_2O



Argissolos e Latossolos

Safra 2022/23

Rede de Pesquisa no subtrópico



SITES

1- Eldorado do Sul (RS)
2- Santa Maria (RS)
3- Três Passos (RS)
4- Cerro Largo (RS)
5- São Gabriel (RS)
6- Passo Fundo (RS)
7- Cachoerinha (RS)
8- Pelotas (RS)
9- Pelotas –EMBRAPA (RS)
10- Chapecó (SC)
11- Curitibanos (SC)
12- Lages (SC)
13- Francisco Beltrão (PR)
14- Dois Vizinhos (PR)
15- Guarapuava (PR)
16- Palmas (PR)

Projeto suportado pela Yara Internacional

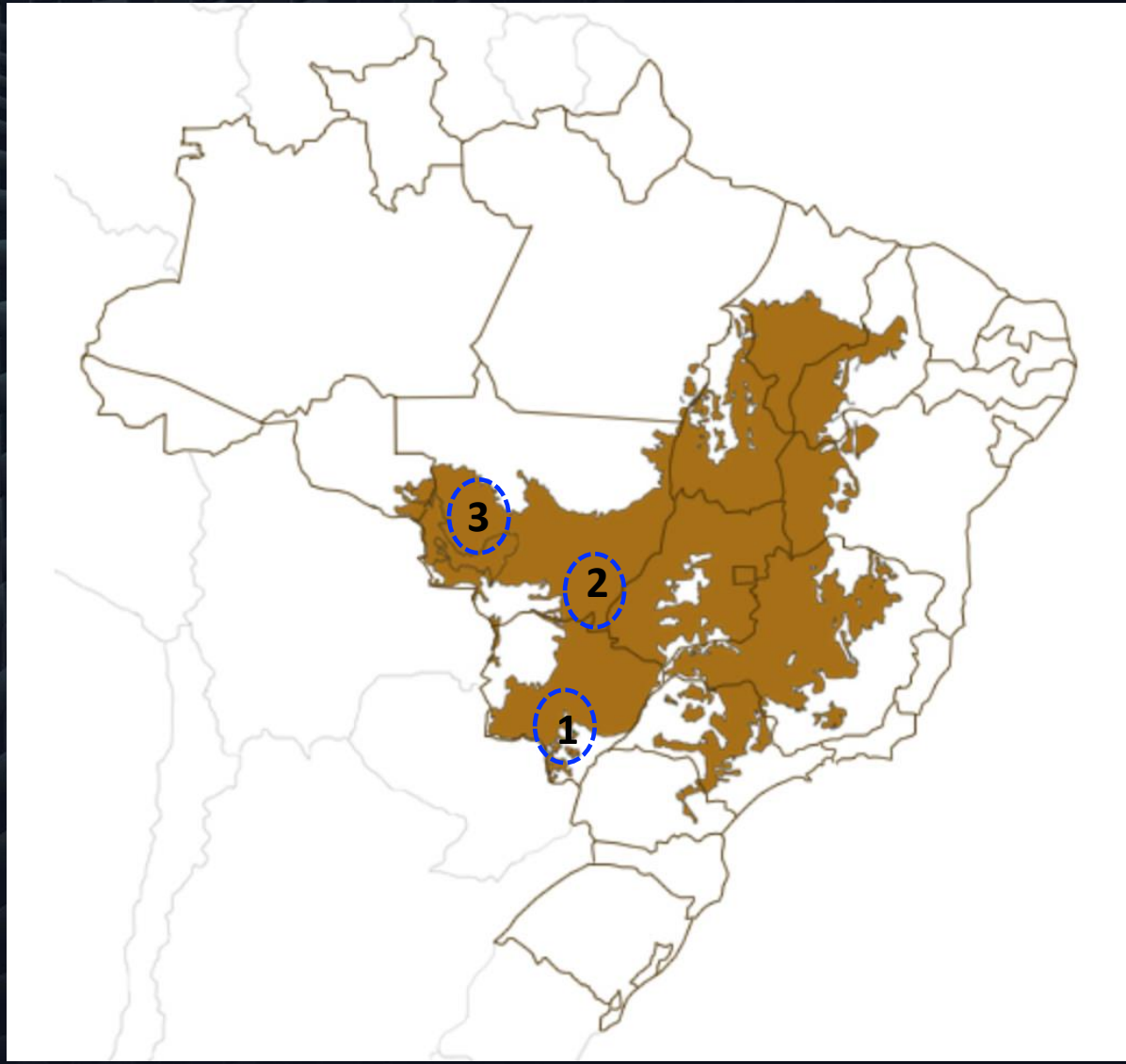
Safra 2023/24 (em andamento), 2024/25

Projeto em Andamento

A necessidade de FATORES DE EMISSÃO (N_2O) regionais

Criação de REDE DE PESQUISA similar na região tropical (Cerrado)

1- Dourados (MS)
2- Itiquira (MT)
3- Tangará da Serra (MT)
4-...
5-...
6-...
7-...
n-...

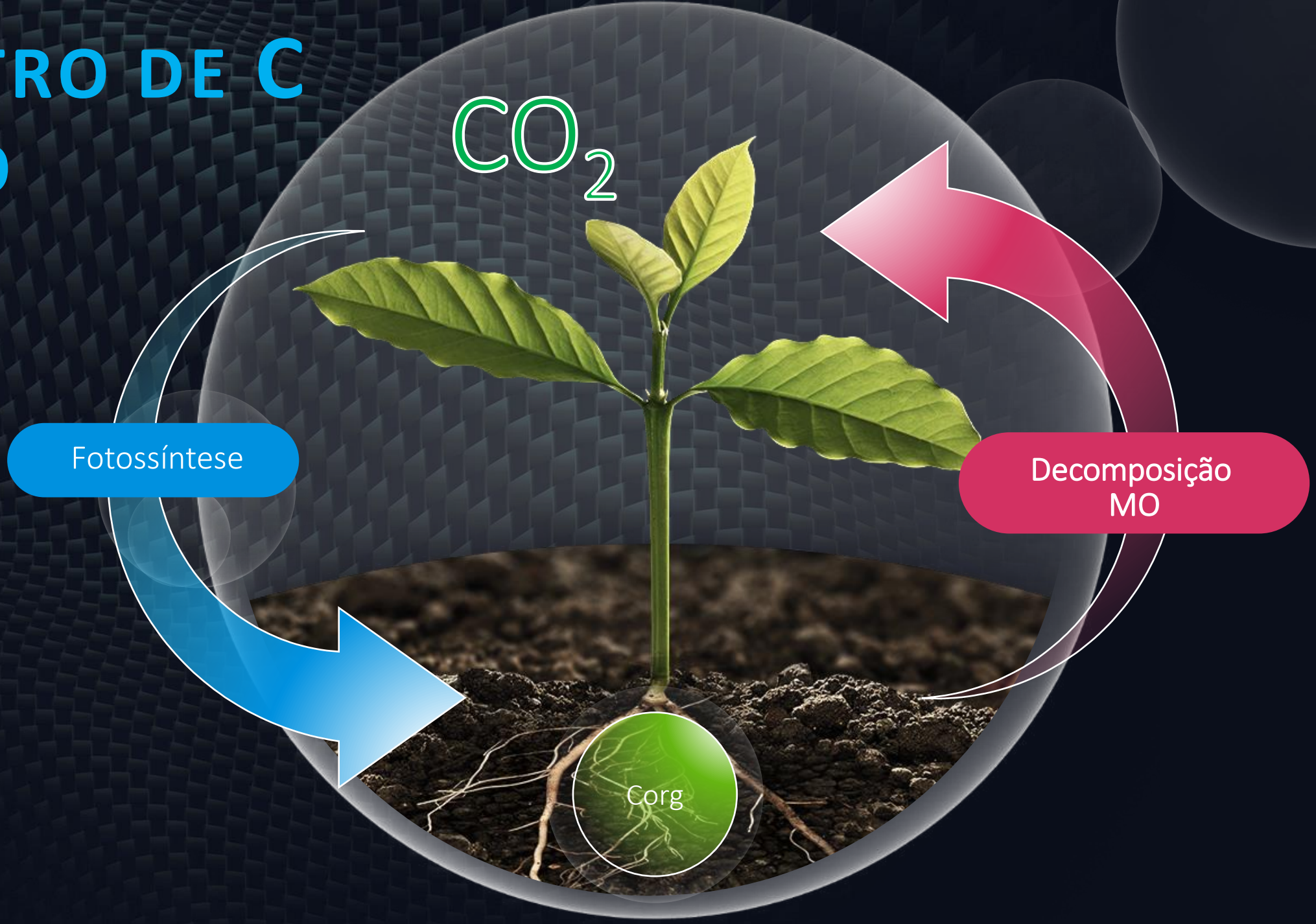


INCT

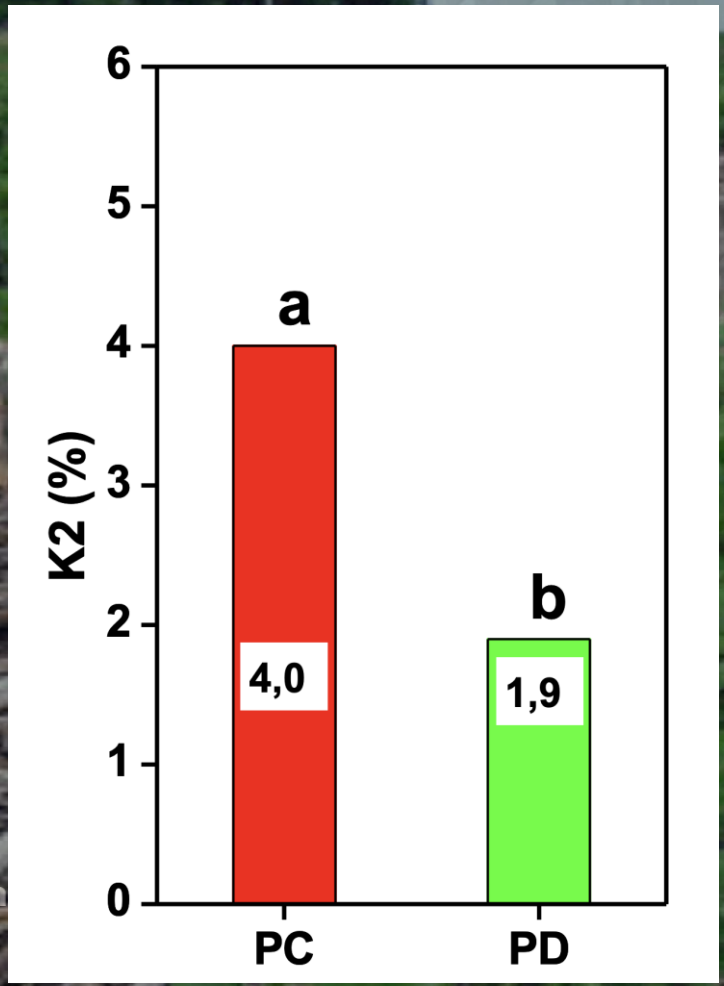
Agricultura de Baixo C

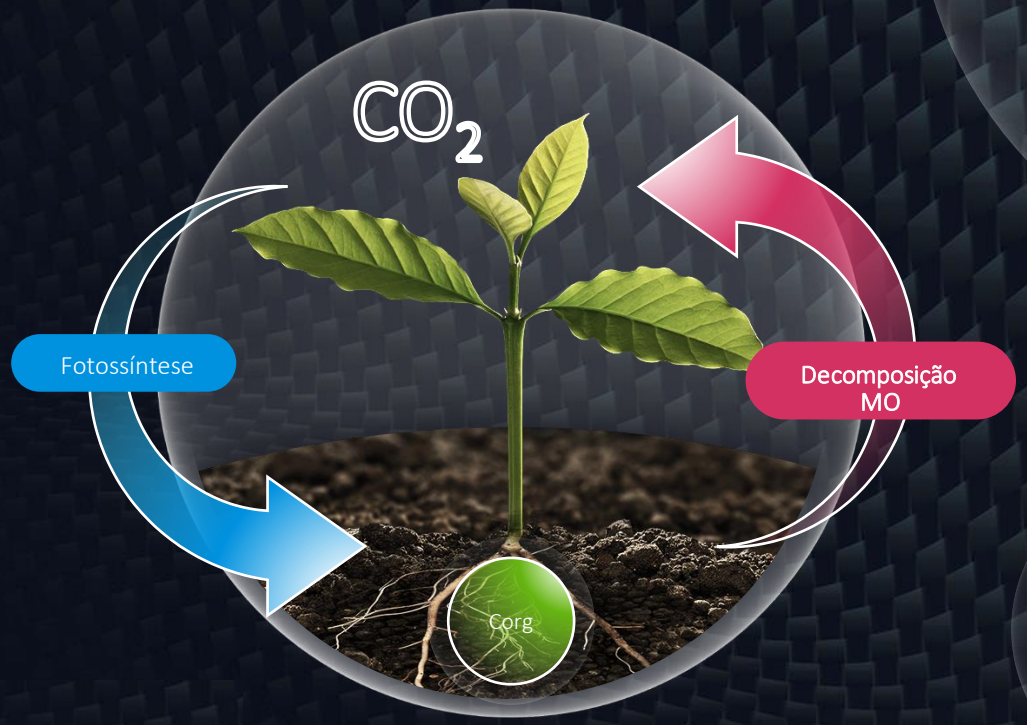
CNPq

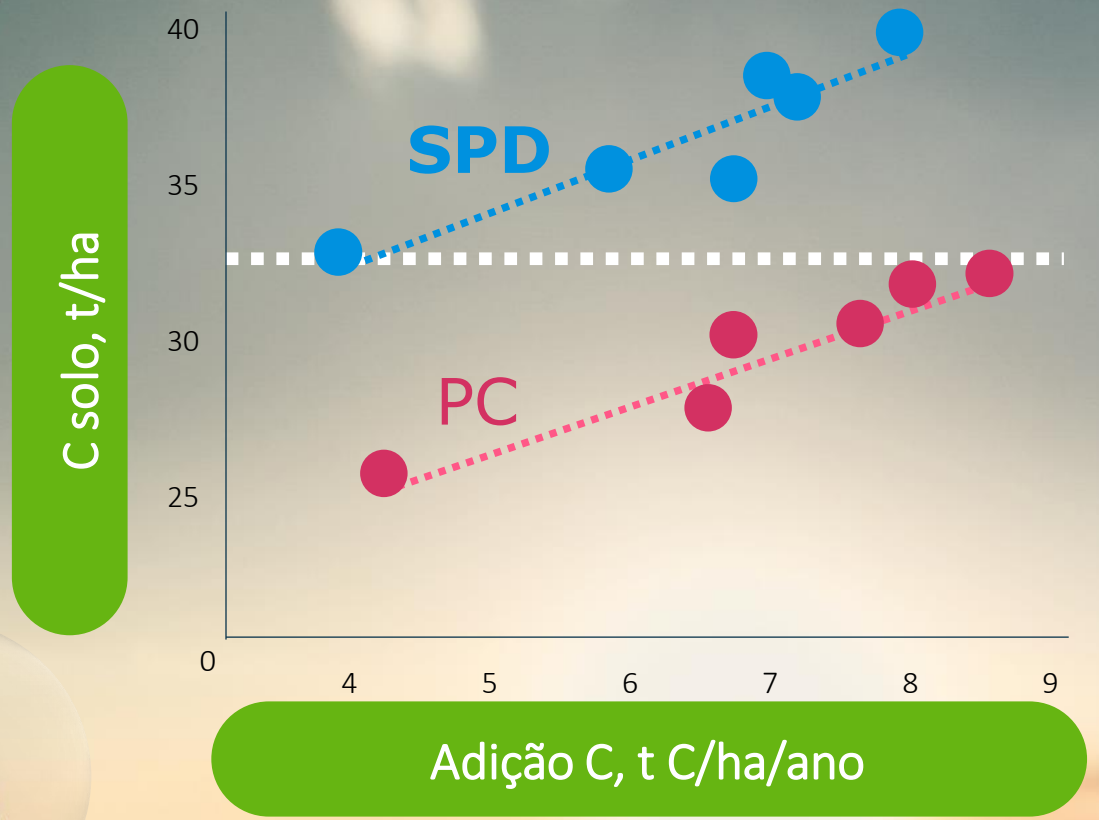
SEQUESTRO DE C NO SOLO



PLANTIO DIRETO

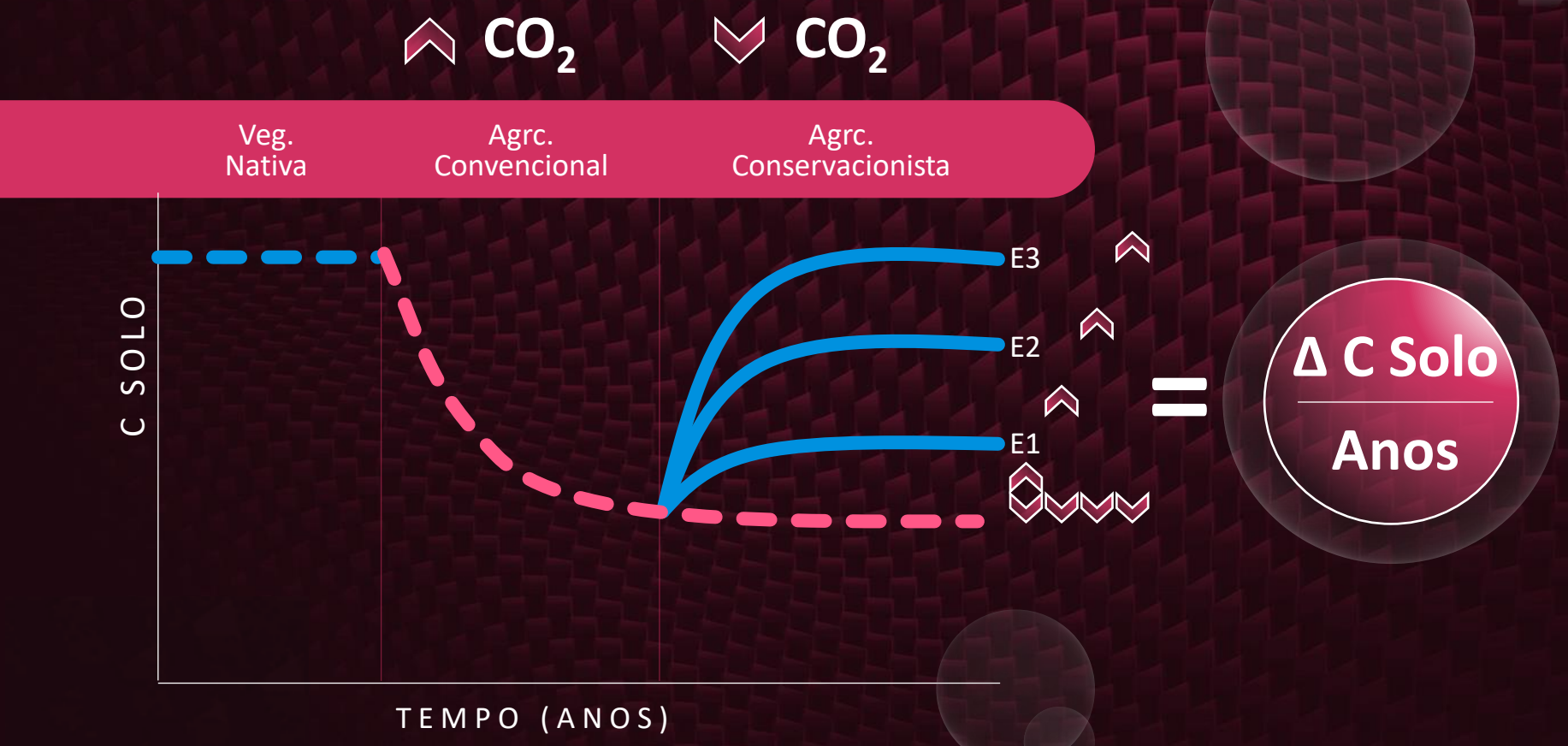


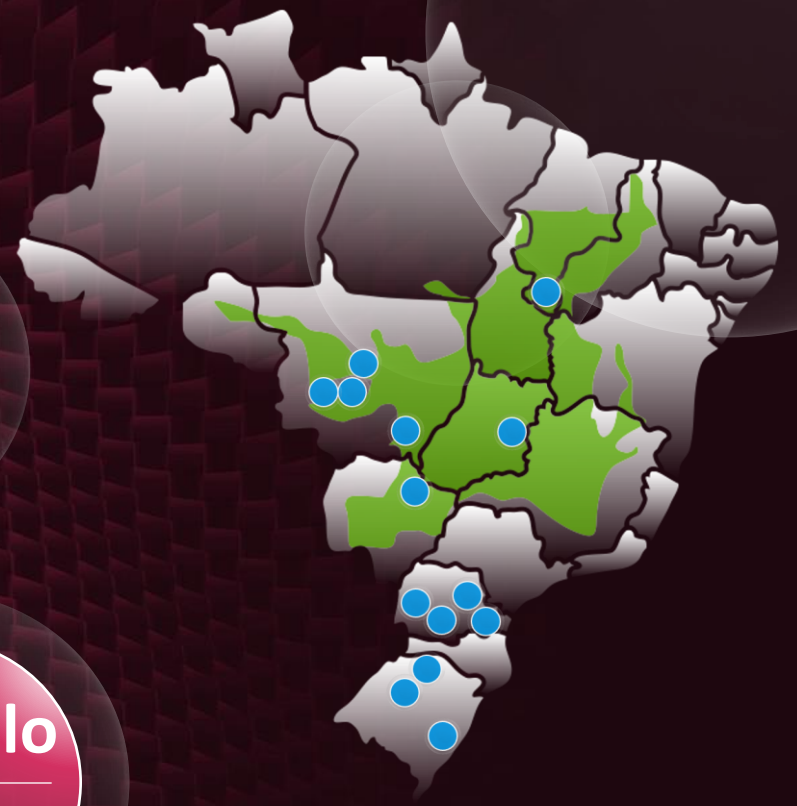




Bayer et al. (2006)

Taxas de Sequestro de C no Solo





Taxas de Sequestro de C em SPD

Região	Bayer et al. (2006)	Estimativa Revisada
Sul (Subtropical)	0,48	Mono/Rot. Cult. Tradicional 0,12±0,06 Rotação Culturas Intensivo 0,58±0,09
Cerrado (Tropical)	0,35	Mono/Rot. Cult. Tradicional 0,03±0,07 Rotação Culturas Intensivo 0,42±0,06
Temperada-USA	0,34 (0,24-0,40)	

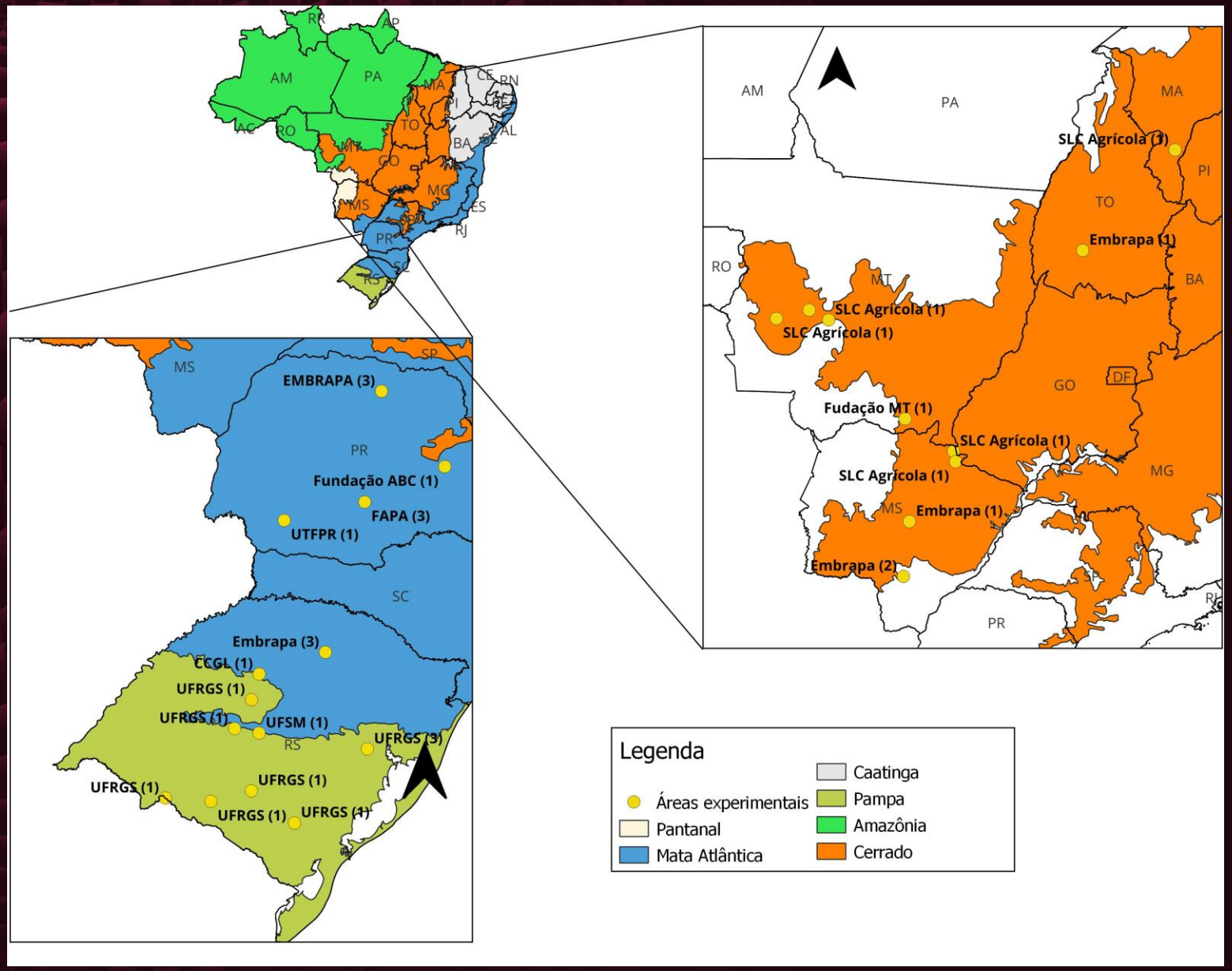
BRASIL

Bayer et al. (2006) Amado & Bayer (2008)
Lal et al. (1999) West & Marland (2002)

INCT

Agricultura de Baixo C

Re-avaliação das taxas de sequestro de C no solo



32 experimentos de longa duração

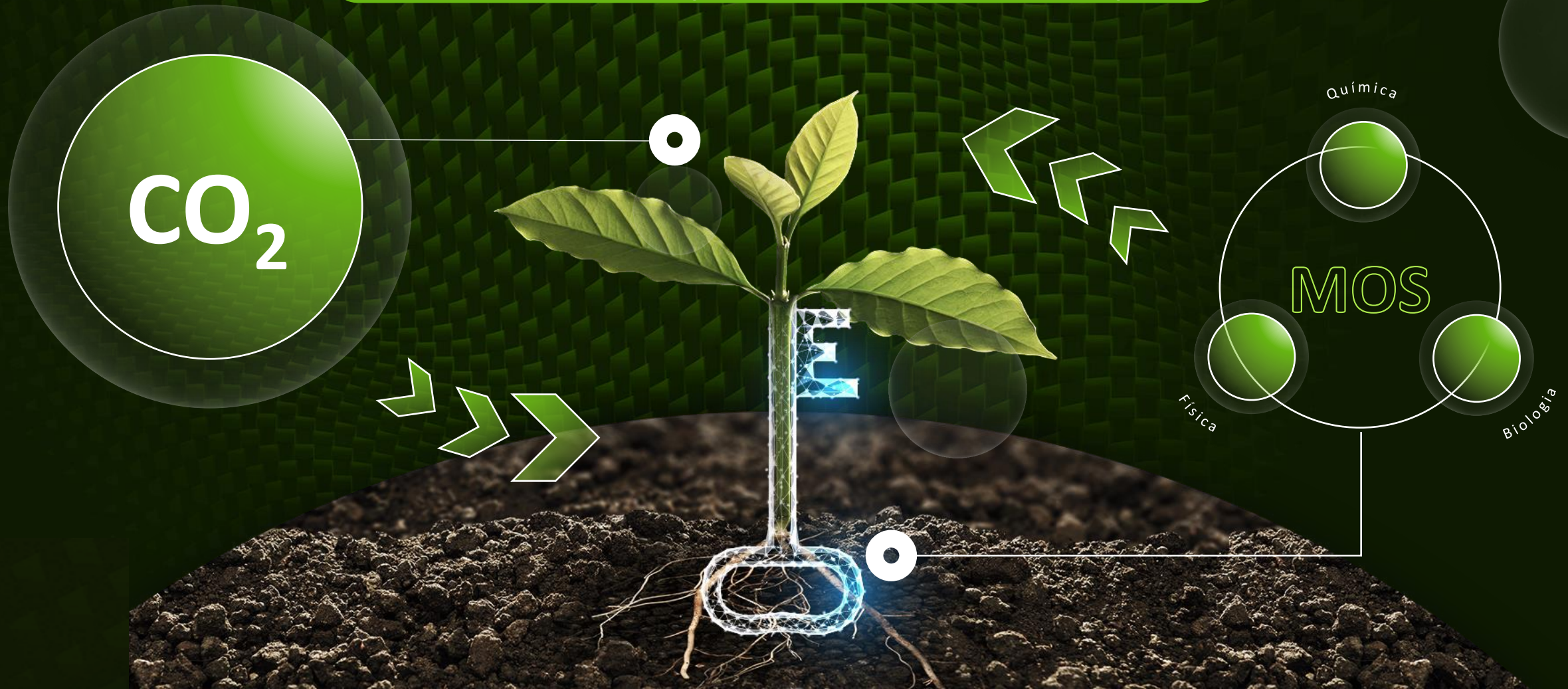
A Chave do Manejo de Solos em SPD

.... de natureza biológica !!

Carbon

A Chave do Manejo de Solos em SPD

...INTENSIFICAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO



...INTENSIFICAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO

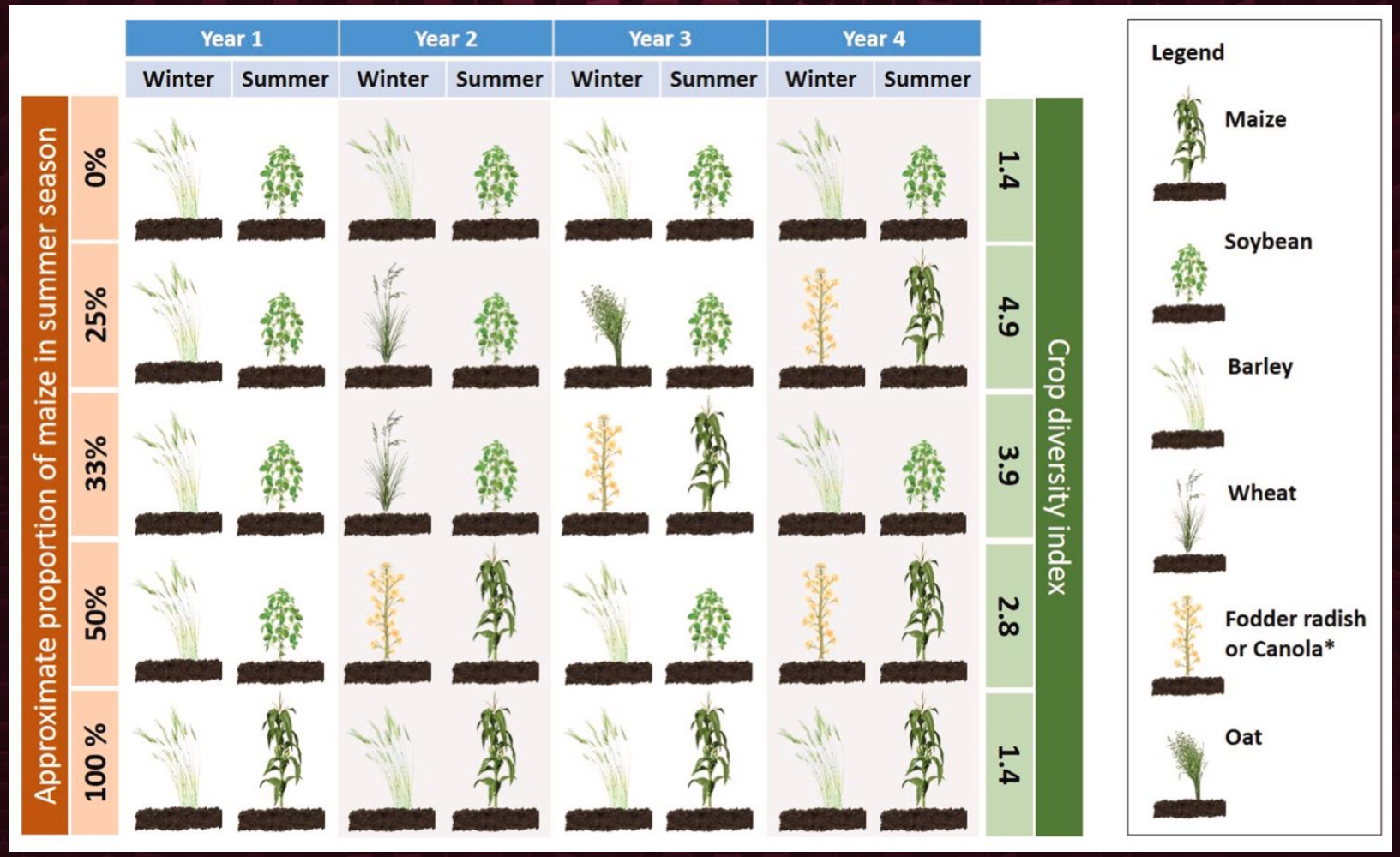
Quantidade e qualidade de palhada

Diferentes sistemas radiculares

Fonte: Vanderlise Giongo

Embrapa Trigo

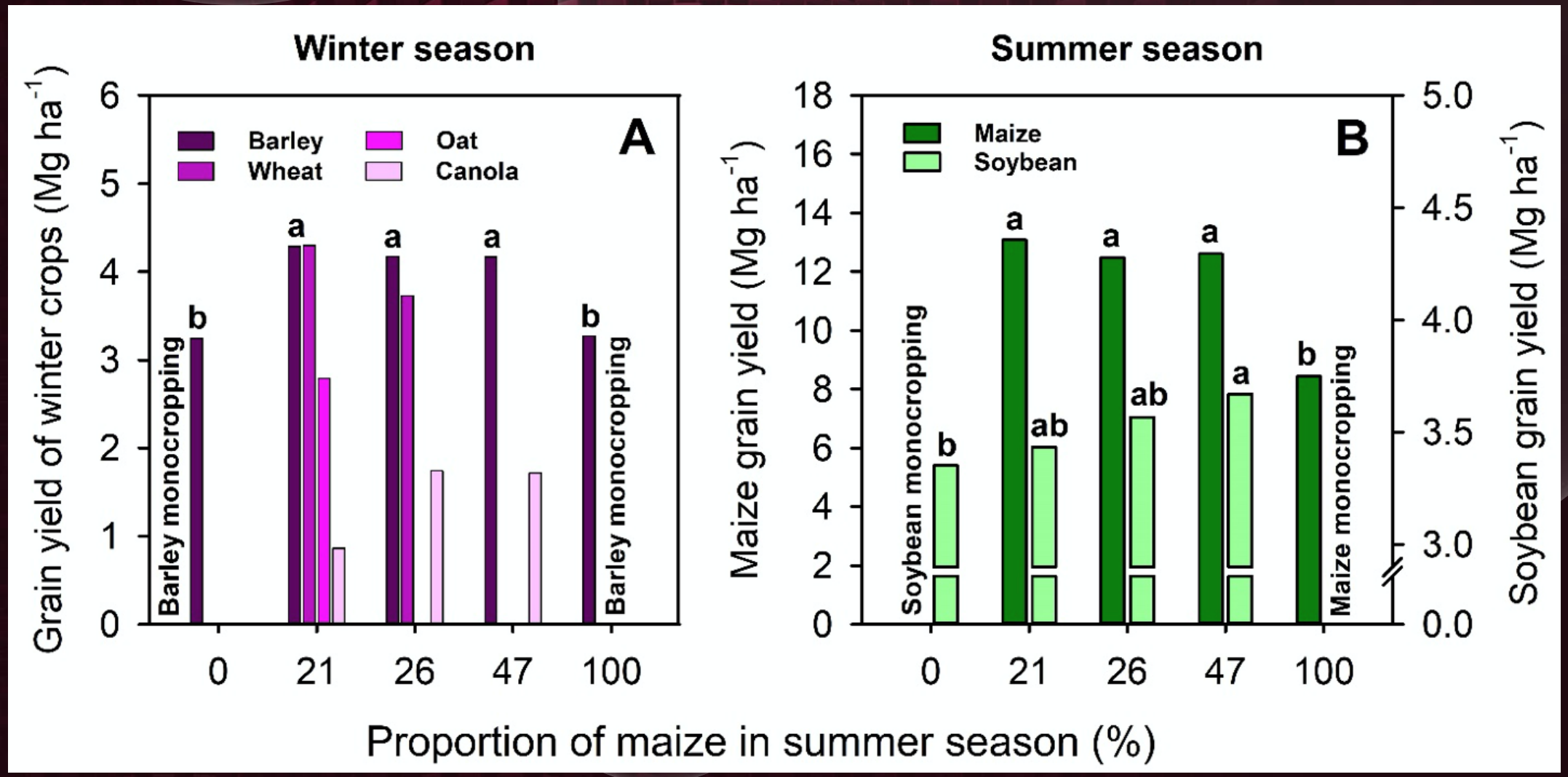
Intensificação e Diversificação Cultural



Experimento de Longa duração (19 anos)

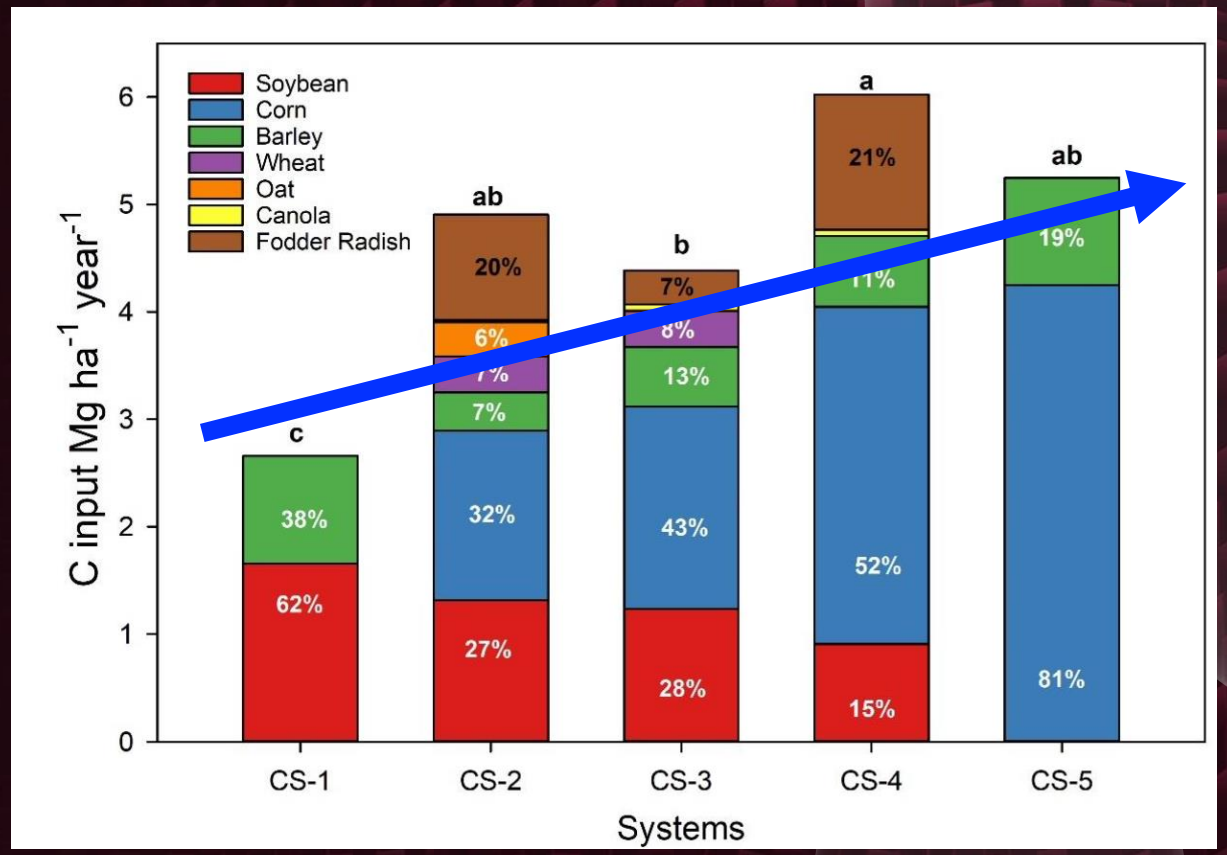
Responsável: Juliano Almeida

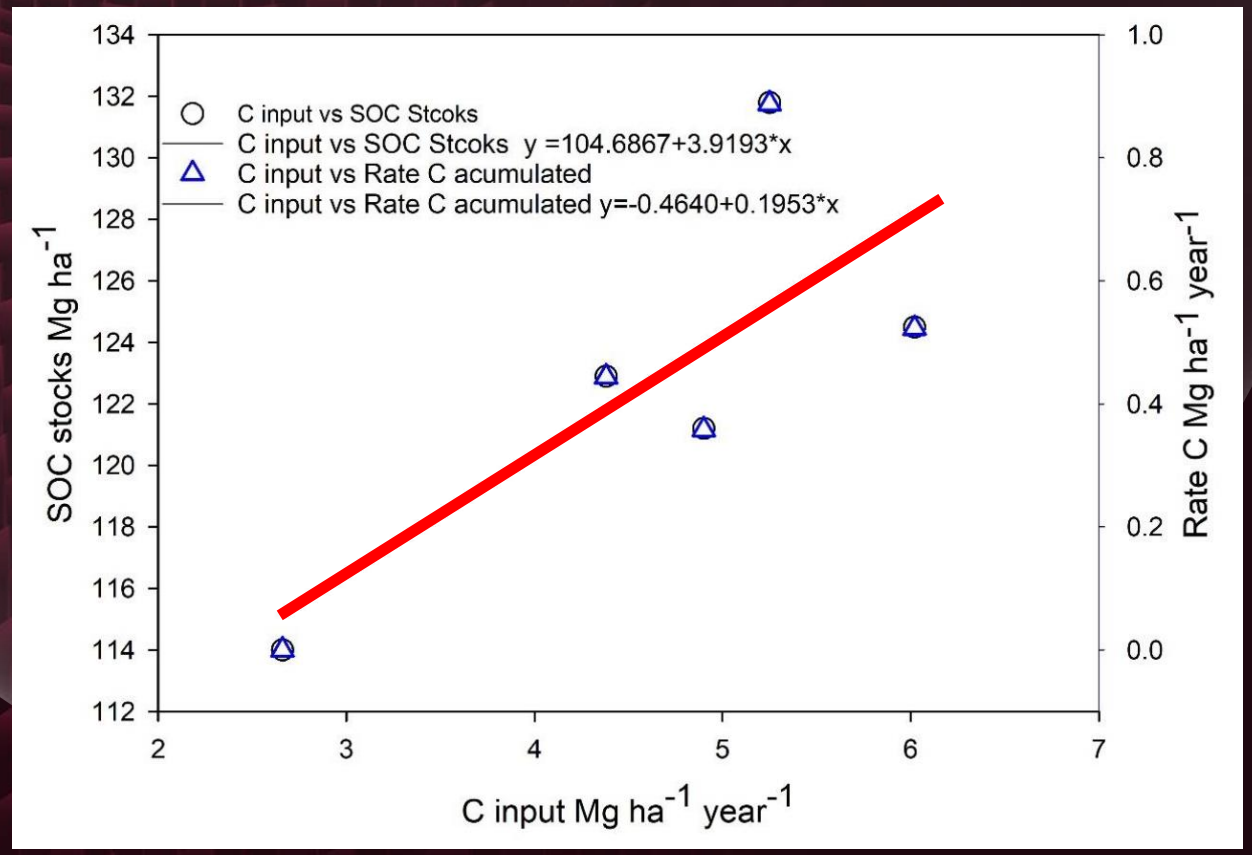
Rendimento de Grãos (médias de 19 anos)



Ambrosini et al. (2021)

Intensificação e Diversificação Cultural





2,5 t MS/ha ~ 1t C/ha → 0,20 t C/ha/ano

Received: 29 September 2021 | Accepted: 6 April 2022

DOI: 10.1002/jeq2.20362

Journal of Environmental Quality

TECHNICAL REPORT

Plant and Environment Interaction

CO_2 flux in a wheat-soybean succession in subtropical Brazil: A carbon sink

Gustavo Pujol Veeck[1] | Genei Antonio Dalmago[2] | Tiago Bremm[1] | Lidiane Buligon[3] | Rodrigo Josemar Seminoti Jacques[4] | José Maurício Fernandes[2] | Anderson Santi[2] | Paulo Roberto Vargas[5] | Débora Regina Roberti[1]

Fazenda Capão Grande
Carazinho, RS

TRIGO | **POUSIO** | **SOJA** | **VAZIO OUTONAL**

9 Junho | **29 Out** | **15 Nov.** | **24 Março** | **08 Junho**

3470 1420 470 2420 2410 1090

9 Junho 29 Out 15 Nov. 24 Março 08 Junho

TRIGO POUSIO SOJA VAZIO OUTONAL

Veeck et al. (2022)

3470 1420 470 2420 2410 1090

9 Junho 29 Out 15 Nov. 24 Março 08 Junho

TRIGO POUSIO SOJA VAZIO OUTONAL

Veeck et al. (2022)

3470 1420 470 2420 2410 1090

29 Out 15 Nov. 24 Março 08 Junho

TRIGO POUSIO SOJA VAZIO OUTONAL

Veeck et al. (2022)

+500 kg C/ha

3470 1420 470 2420 2410 1090

9 Junho 29 Out 15 Nov. 24 Março 08 Junho

TRIGO POUSIO SOJA VAZIO OUTONAL

Veeck et al. (2022)

Considerações Finais

Considerações Finais

- **Plantio Direto**

- **Intensificação e Diversificação Cultural**
  (cereais inverno, plantas cobertura e rotação de culturas, ocupação do vazio outonal)

- **Eficiência de insumos e racionalização operações agrícolas**

Considerações Finais

- **Plantio Direto**
- **Intensificação e Diversificação Cultural**
  (cereais inverno, plantas cobertura e rotação de culturas, ocupação do vazio outonal)
- **Eficiência de insumos e racionalização operações agrícolas**

Agricultura Baixo Carbono

Considerações Finais

- Índices de Emissão Regionais
- Fertilizantes nitrogenados, excretas animais, taxas de sequestro de C no solo
- Análise Ciclo Vida e Balanço das Emissões de GEE
- Fabricantes de Insumos – caracterização emissão de GEE

Good Science

Considerações Finais

- **Ganhos em Produtividade**

- **Barreiras não tarifárias (União Européia)**

- **Cadeia de Suprimento de Empresas Multinacionais**
  (Acesso a mercados e agregação de valor)

- Mercado de Créditos de Carbono

INCT

AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Prof. CIMÉLIO BAYER
COORDENADOR
PQ - 1A CNPq

Prof. PAULO C. DE FACCIO CARVALHO
VICE-COORDENADOR
PQ - 1A CNPq

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Good Science

INCT

Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

NATURE BASED SOLUTIONS

ufscar
Universidade Federal de São Carlos

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

URI

UPF

UFFS
Campus Cerro Largo

IRGA
Instituto Rio Grandense do Arroz

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL

UFSM
Frederico Westphalen

Universidade Federal de Santa Maria
1960

UFR

UFGD
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
UFRRJ

UFC

UFPE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS
UFAM

INSTITUTO FEDERAL
Goiás

INSTITUTO FEDERAL
Alagoas

INSTITUTO FEDERAL
Farroupilha
Campus Júlio de Castilhos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

cena

ESALQ

unesp

UFPR

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

UDESC
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
RS-BRASIL

Epagri

unipampa

Embrapa
Suínos e Aves

Embrapa
Pecuária Sul

Embrapa
Agropecuária Oeste

Embrapa
Trigo

Embrapa
Clima Temperado

Embrapa
Soja

uergs
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
Unidade Santa Cruz do Sul

Embrapa
Instrumentação

Embrapa
Meio Ambiente

uergs
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

UNIVATES

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FAPA

OBRIGADO!

cimelio.bayer@ufrgs.br

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

RESEARCH GROUP
SOMALCA
Soil Management and Low Carbon Agriculture