



ESALQ CCARBON

Plantas de cobertura: Uma opção para captura de carbono

DR. LUCAS NOGUEIRA SOUZA

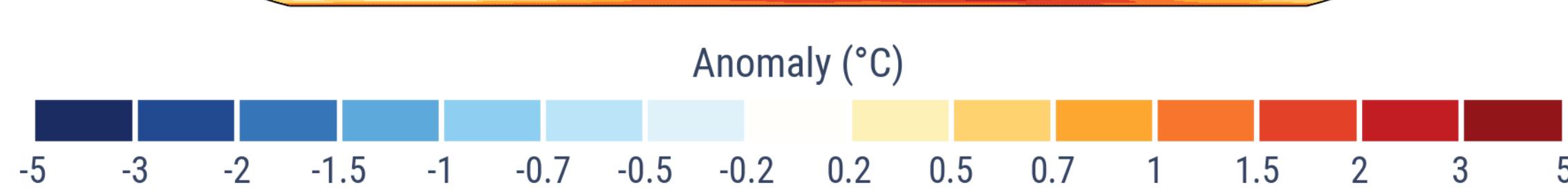
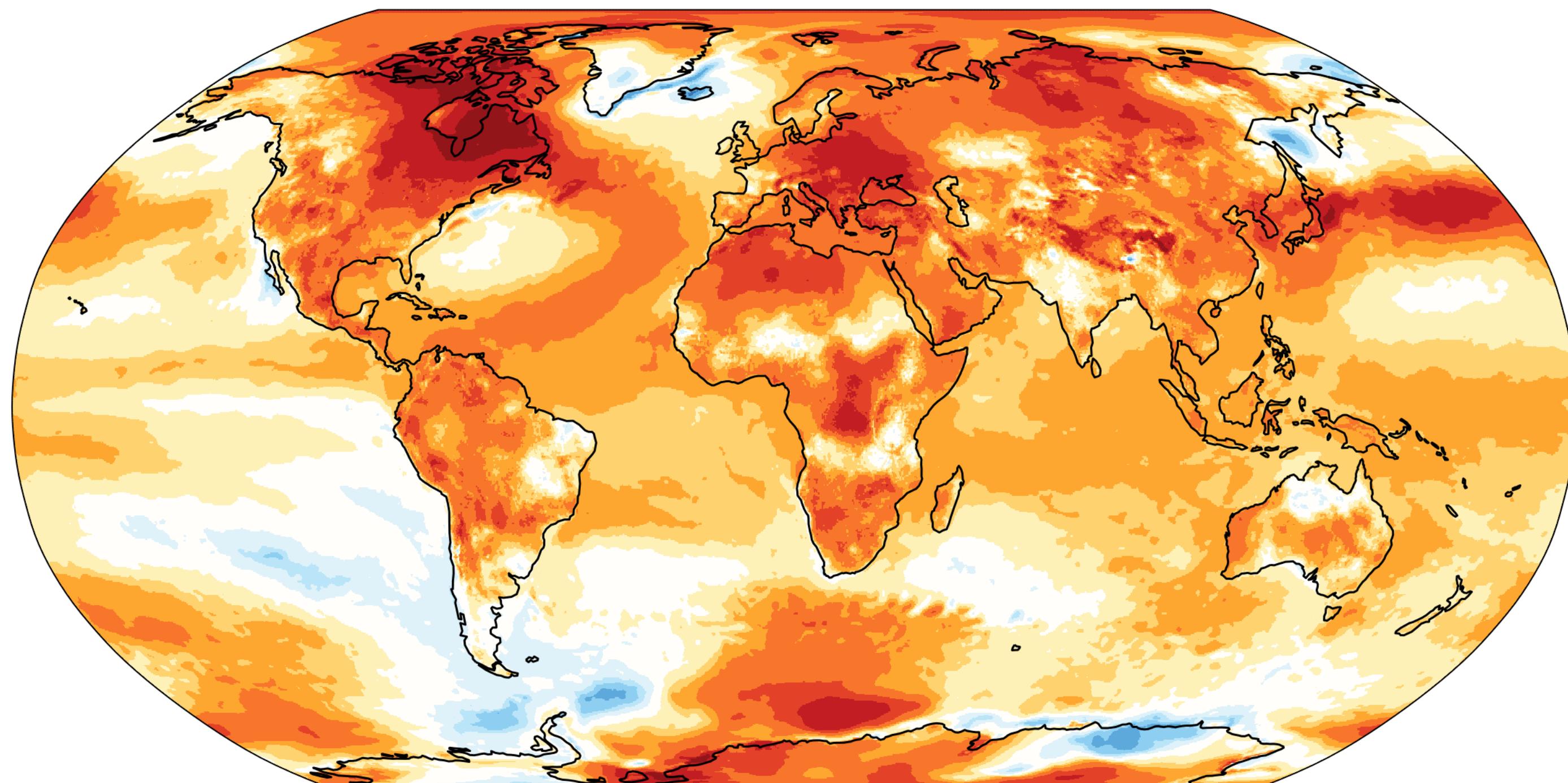
SOIL

2024 - o ano mais quente da história



Surface air temperature anomalies in 2024

Data: ERA5 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION

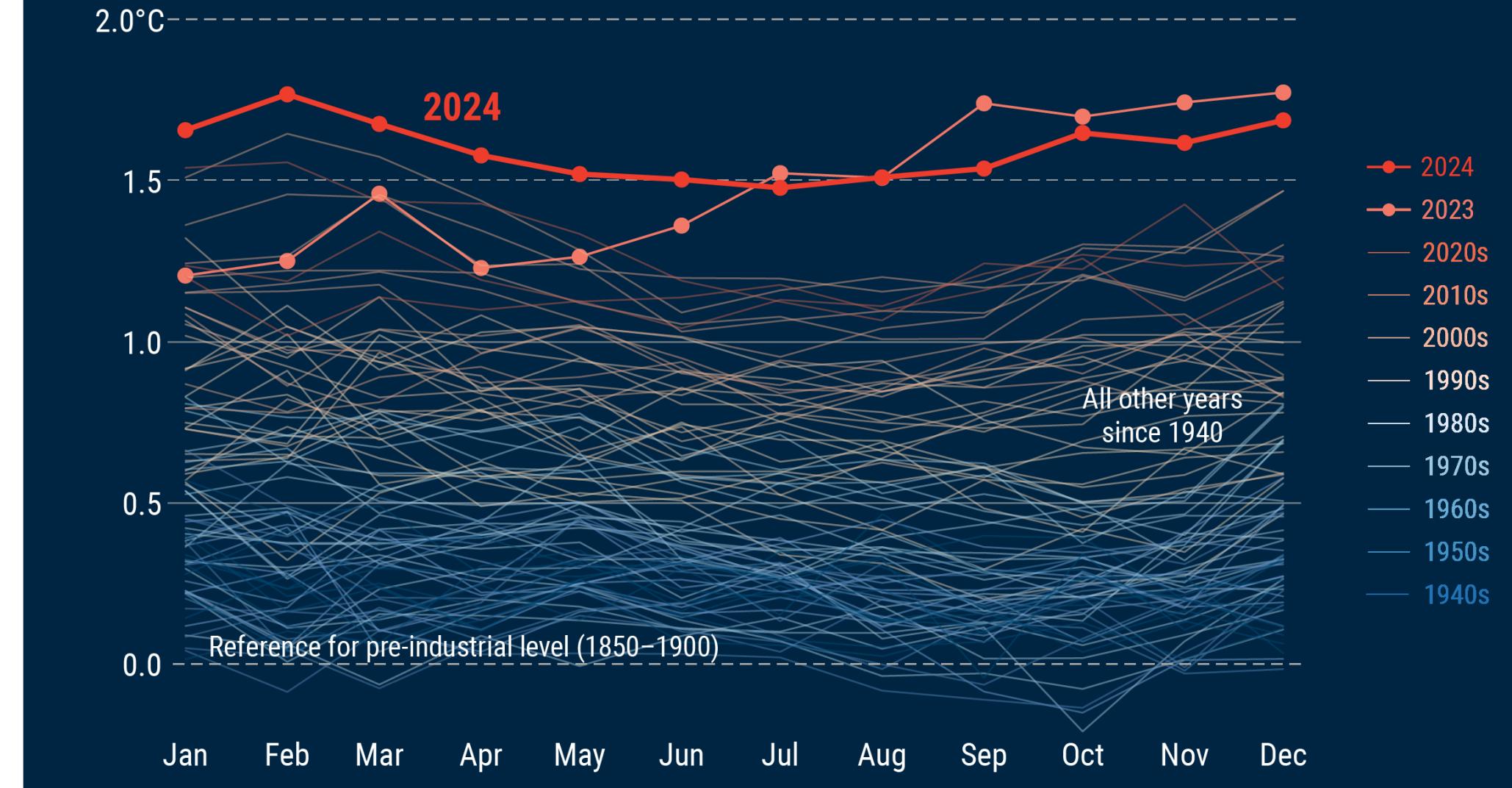


Earth shattered heat records in 2023 and 2024: is global warming speeding up?



Global surface air temperature increase above pre-industrial

Data: ERA5 • Reference period: pre-industrial (1850–1900) • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



A América do Sul está se tornando mais quente, seca e inflamável

Article



communications earth & environment

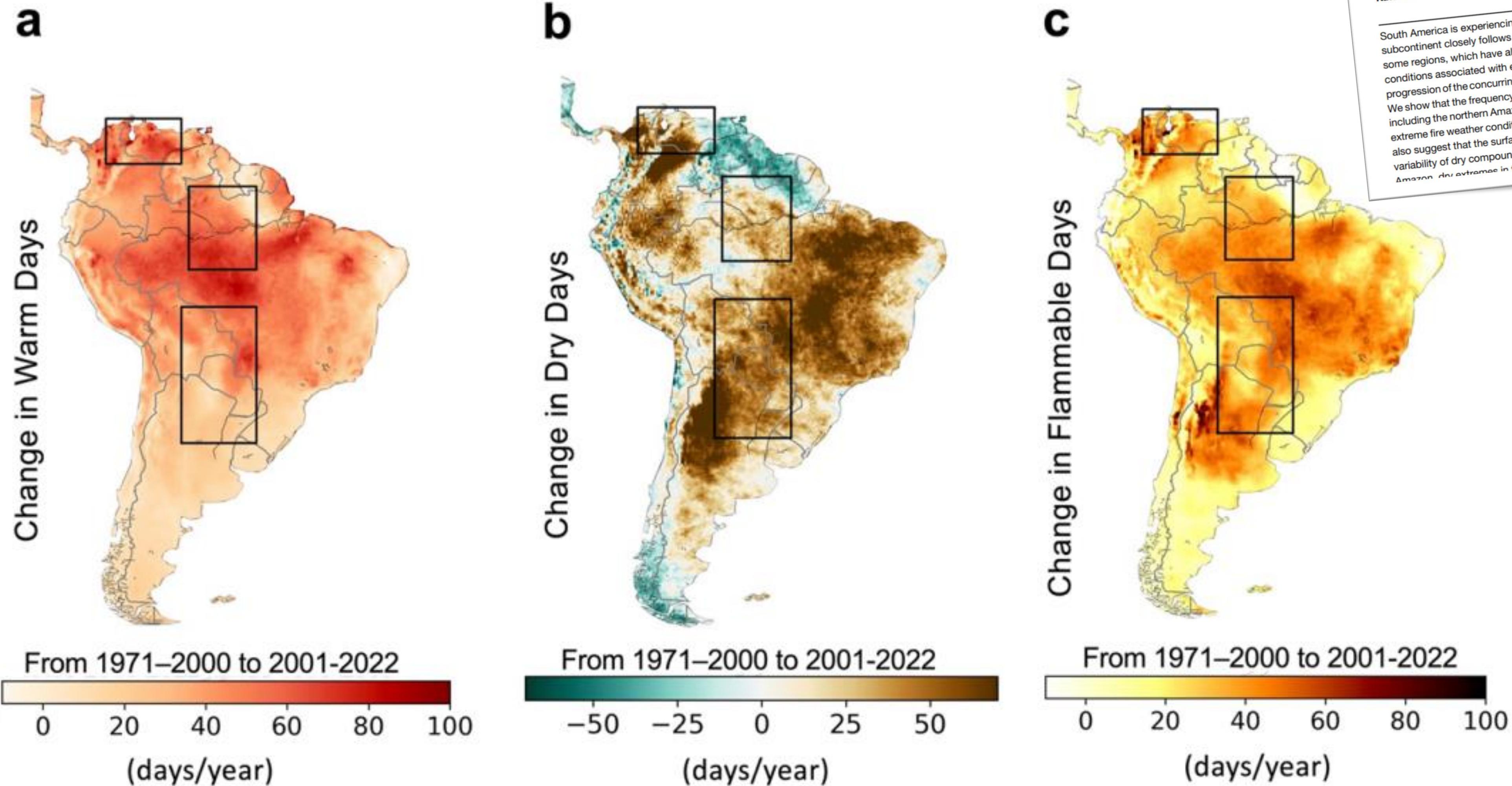
<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01654-7>

South America is becoming warmer, drier, and more flammable

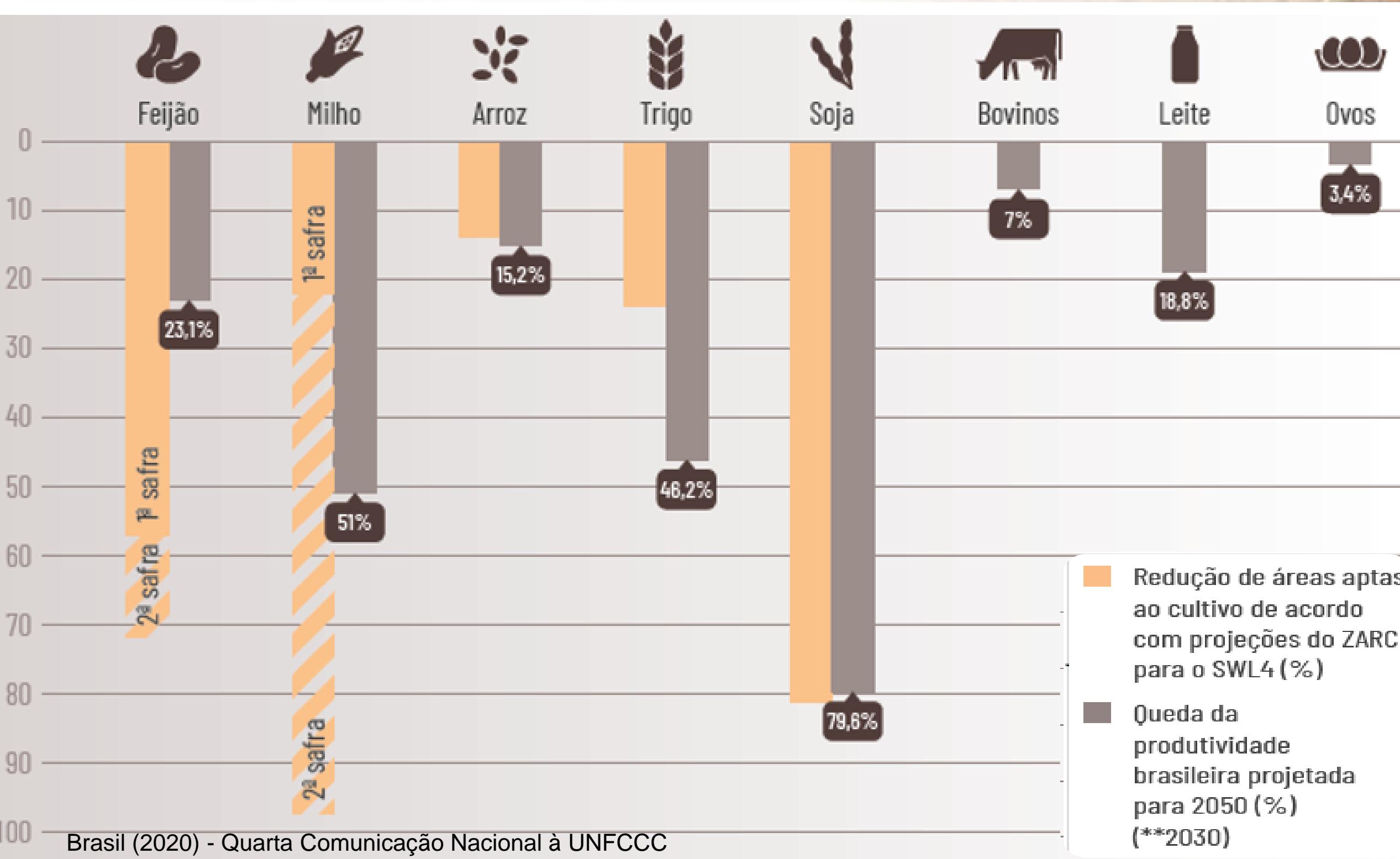
Check for updates

Sarah Feron^{1,2}, Raúl R. Cordero³, Alessandro Damiani³, Shelley MacDonell¹, Jaime Pizarro², Katerina Goubanova⁴, Raúl Valenzuela⁵, Chenghao Wang^{6,7}, Lena Rester¹ & Anne Beaulieu^{8,1}

South America is experiencing severe impacts from climate change. Although the warming of the subcontinent closely follows the global path, the rise of temperatures has been more pronounced in some regions, which have also seen a parallel increment in the occurrence of droughts and weather conditions associated with enhanced fire risk. Here, we use reanalysis datasets to analyze the progression of the concurring warm, dry, and high fire risk conditions (i.e., dry compounds) since 1971. We show that the frequency of these compound extremes has surged in key South American regions including the northern Amazon, which have seen a 3-fold increase in the number of days per year with extreme fire weather conditions (including high temperatures, dryness, and low humidity). Our results also suggest that the surface temperature of the tropical Pacific Ocean modulates the interannual variability of dry compounds in South America. While El Niño enhances the fire risk in the northern Amazon, dry extremes in the Gran Chaco region appear to be more responsive to La Niña.

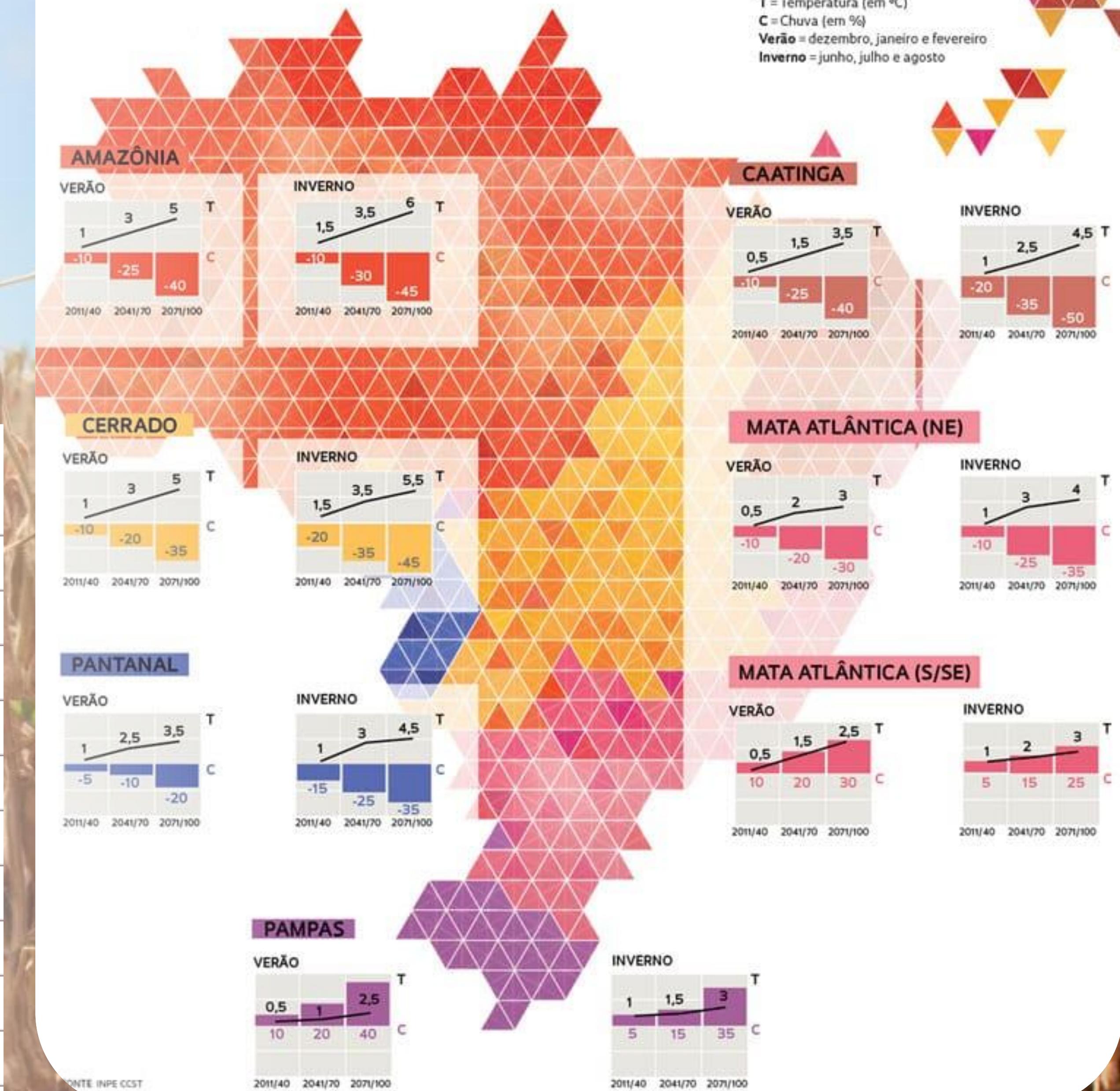


INFELIZMENTE, agricultura é um dos setores mais vulneráveis as mudanças climáticas, e as projeções indicam reduções de produtividade muito significativas se agirmos para limitar o aquecimento global!



As projeções até o fim do século

Em relação aos níveis atuais, a temperatura poderá subir em todos os biomas; mais chuva é prevista nos pampas e menos na Amazônia



A grande pergunta:

**Como reduzir a
vulnerabilidade
da lavoura às
adversidades
climáticas?**



Agricultura Regenerativa

Define-se pela utilização de **práticas de manejo que visam melhorar a saúde do solo, sequestrar carbono, aumentar a produtividade**, bem como proteger os recursos hídricos e a biodiversidade



Contents lists available at ScienceDirect

Global Food Security

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gfs

Check for updates

ARTICLE INFO

Keywords: Regenerative agriculture, Circular agriculture, Organic agriculture, Soil health, Literature review, Cultural domain analysis

ABSTRACT

Regenerative agriculture – the soil is the base

L. Schreefel ^{a,b,c,*}, R.P.O. Schulte ^b, I.J.M. de Boer ^c, A. Pas Schrijver ^b, H.H.E. van Zanten ^c

^a TIFN, P.O. Box 557, 6700, AN, Wageningen, the Netherlands

^b Farming Systems Ecology Group, Wageningen University & Research, P.O. Box 430, 6700, AK, Wageningen, the Netherlands

^c Animal Production Systems Group, Wageningen University & Research, P.O. Box 338, 6700, AH, Wageningen, the Netherlands

Regenerative agriculture (RA) is proposed as a solution towards sustainable food systems. A variety of actors perceive RA differently, and a clear scientific definition is lacking. We reviewed 28 studies to find convergence and divergence between objectives and activities that define RA. Our results show convergence related to objectives that enhance the environment and stress the importance of socio-economic dimensions that contribute to food security. The objectives of RA in relation to socio-economic dimensions, however, are general and lack a framework for implementation. From our analysis, we propose a provisional definition of RA as an approach to farming that uses soil conservation as the entry point to regenerate and contribute to multiple ecosystem services.

Produtividade

Lucratividade

Sustentabilidade

Resiliência

SAÚDE DO SOLO

Capacidade continuada de um solo manter-se **EQUILIBRADO** sob o ponto de vista químico, físico e biológico, sustentando **processos e funções** que proporcionem um ambiente favorável para que as plantas expressem seu máximo potencial genético

Plantas cultivadas em SOLOS SAUDÁVEIS são **RESISTENTES E RESILIENTES** à **estresses ambientais** e proporcionam maior **PRODUÇÃO** e **ESTABILIDADE PRODUTIVA** ao longo do tempo.

É A BASE PARA UMA AGRICULTURA MAIS PRODUTIVA E RESILIENTE



(Cherubin e Schiebelbein, 2022; Cherubin et al. 2023)

A planta é chave (para a captura de CO₂) e o solo é o cofre (para o sequestro de C na matéria orgânica)

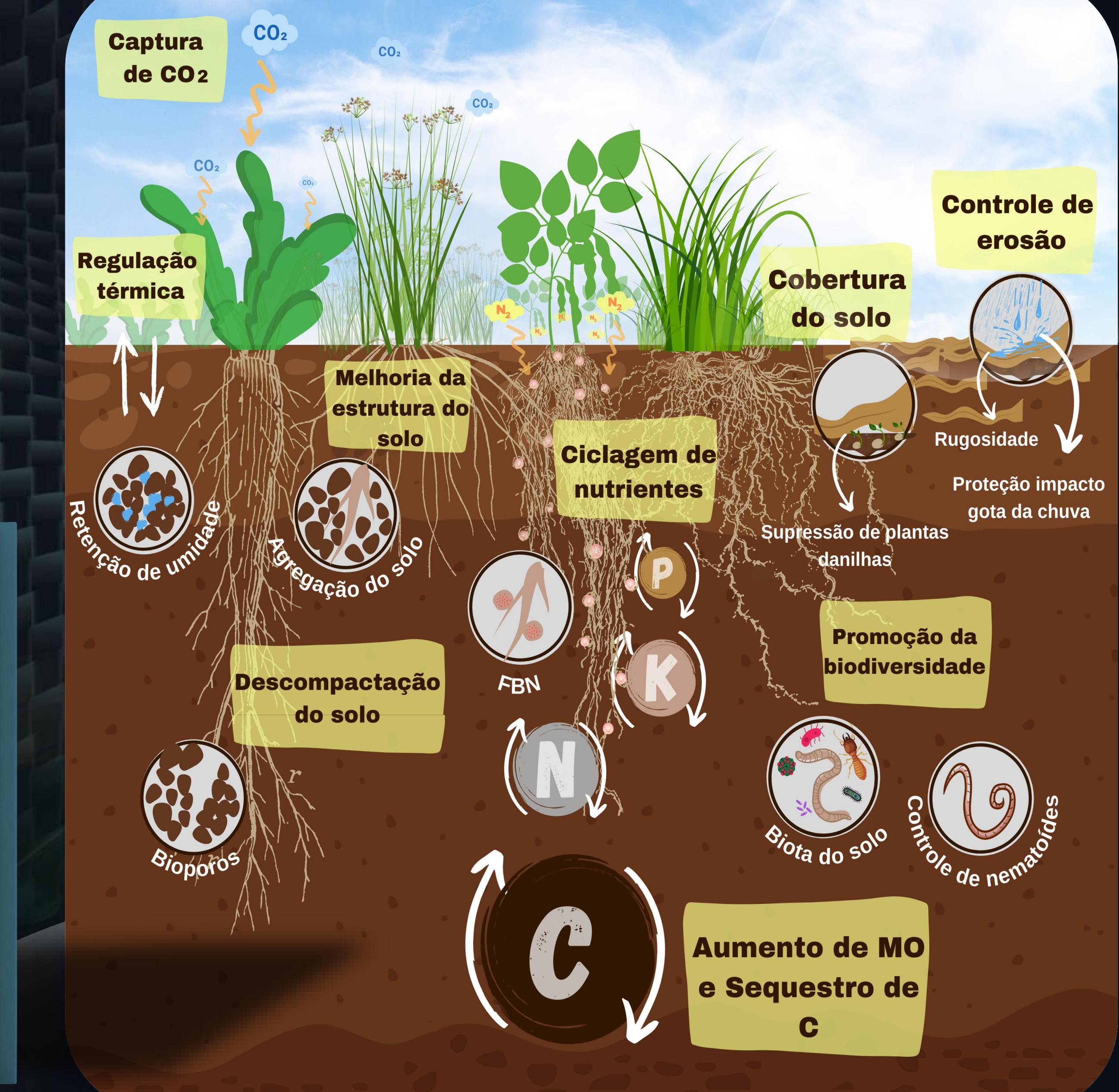
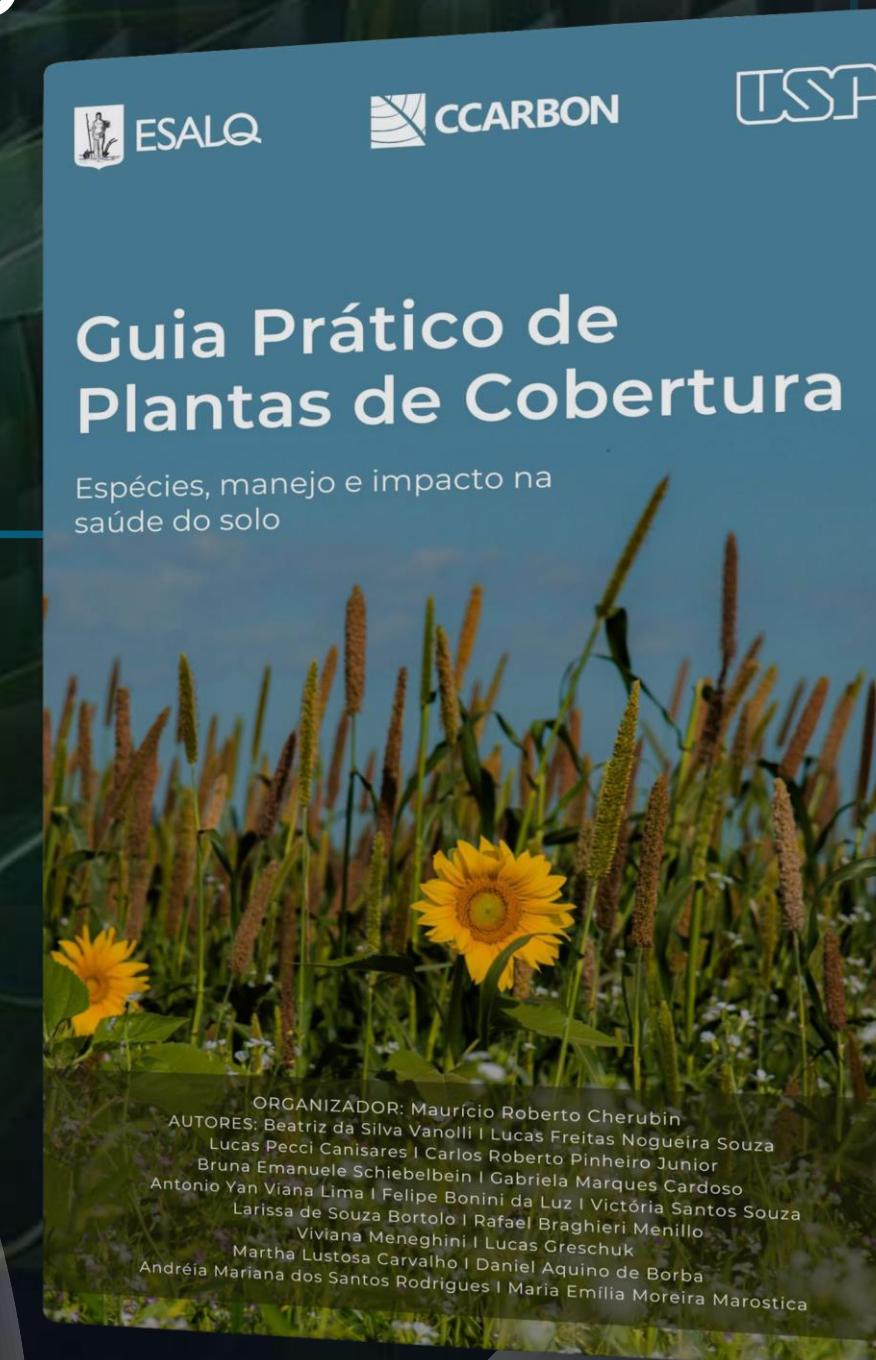
-Bases para a agricultura regenerativa

...INTENSIFICAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO



AS PLANTAS DE COBERTURA TRAZEM MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS À SAÚDE DO SOLO,

que se refletem em melhoria da produtividade do sistema de produção



COBERTURA

Guia Prático de Plantas de Cobertura

Espécies, manejo e impacto na saúde do solo



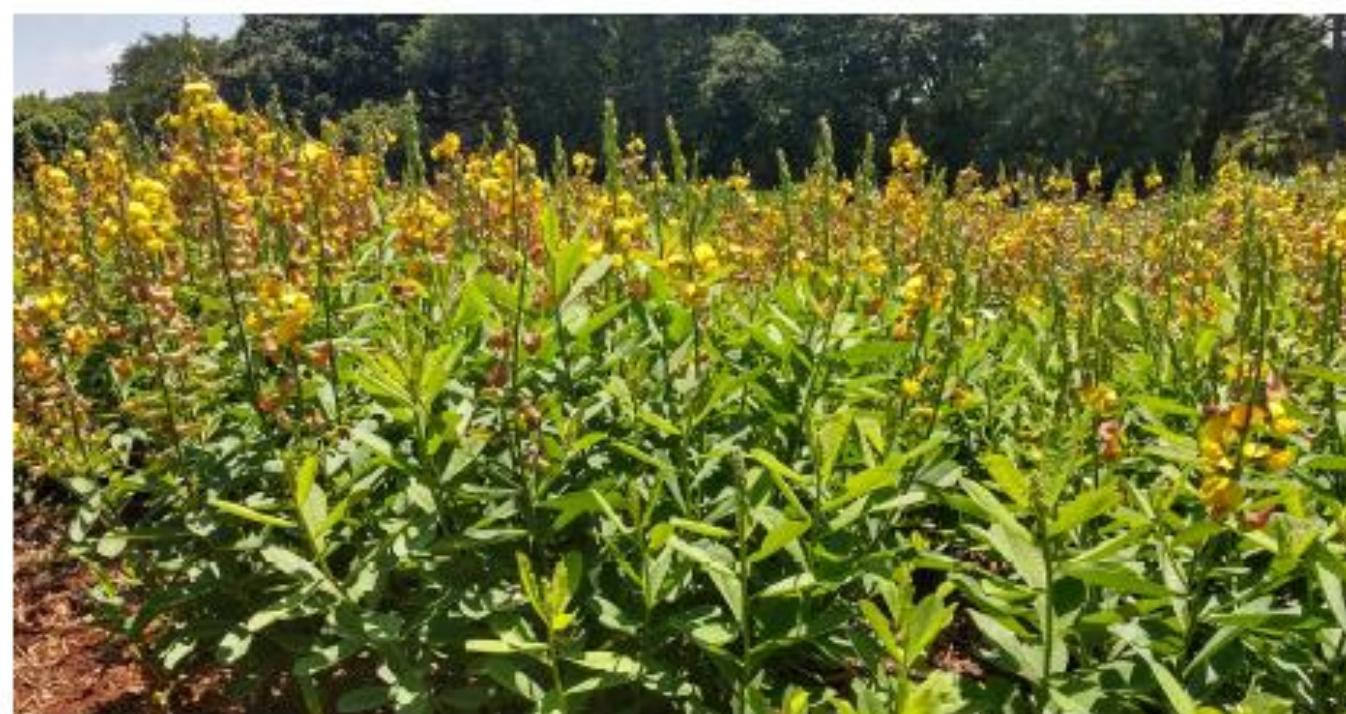
ORGANIZADOR: Maurício Roberto Cherubin

AUTORES: Beatriz da Silva Vanolli | Lucas Freitas Nogueira Souza
 Lucas Pecci Canisares | Carlos Roberto Pinheiro Junior
 Bruna Emanuele Schiebelbein | Gabriela Marques Cardoso
 Antonio Yan Viana Lima | Felipe Bonini da Luz | Victória Santos Souza
 Larissa de Souza Bortolo | Rafael Braghieri Menillo
 Viviana Meneghini | Lucas Greschuk
 Martha Lustosa Carvalho | Daniel Aquino de Borba
 Andréia Mariana dos Santos Rodrigues | Maria Emilia Moreira Marostica



Crotalária breviflora

(*Crotalaria breviflora*)



Características gerais

Crotalária breviflora é uma leguminosa anual da família Fabaceae, com metabolismo C3, hábito de crescimento arbustivo ereto, raízes pivotantes e ramificadas. É uma espécie de crotalária muito utilizada na entrelinha de culturas perenes, como o café, devido ao seu porte baixo, com altura entre 0,8 e 1,0 m que permite o trânsito de máquinas nas entrelinhas, além de excelente opção para fornecer nitrogênio para a cultura consorciada. Crotalária breviflora é valorizada por sua capacidade de fixação de



nitrogênio, o que melhora a fertilidade do solo para culturas consorciadas apresentando alto potencial para uso em consórcio com milho de segunda safra quando se tem o objetivo de reduzir populações de nematoides.

Informações fitotécnicas

- Peso de mil sementes
19 a 21 g
- Ciclo até o florescimento
90 a 110 dias
- Produção de biomassa
Massa seca: 3 a 5 t ha⁻¹
- Semeadura
Em linha: 15 kg de sementes ha⁻¹ com espaçamento de 0,25 a 0,5 m entre linhas e profundidade de semeadura de 2 a 3 cm.
A lanço: 20 kg de sementes ha⁻¹.

A lanço: 20 kg de sementes ha⁻¹.

• Época de semeadura

Região	Jan	Fev	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dec
Sul	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sudeste Centro-Oeste	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Centro-Norte (altitude acima de 600m)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Indicações de uso e limitações

É recomendada principalmente para uso na entrelinha de culturas perenes e para consórcio com milho de segunda safra, devido ao porte baixo e ereto. Os principais benefícios nesses manejos incluem a supressão de plantas daninhas, a possibilidade de fornecer nitrogênio à cultura comercial por meio da fixação biológica, e o controle de nematoides das espécies *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*. No entanto, não tolera geadas e tem o potencial produtivo de massa seca reduzido no outono/inverno. Portanto, sua maior adaptabilidade é em regiões de climas tropicais e subtropicais.

Impacto no manejo da saúde do solo

Destaca-se pelo potencial de extração de nutrientes, extraíndo em média 96 kg ha⁻¹ de N, 7 kg ha⁻¹ de P e 60 kg ha⁻¹ de K.

Tabela de indicação de manejo

Restrições para rotação e/ou sucessão*					Supressão da população de nematoides			Sens. ao glifosato
Soja	Milho	Algodão	Trigo	Cana-de-açúcar	<i>P. brachyurus</i>	<i>M. incognita</i>	<i>R. reniformis</i>	
	■							
	■							

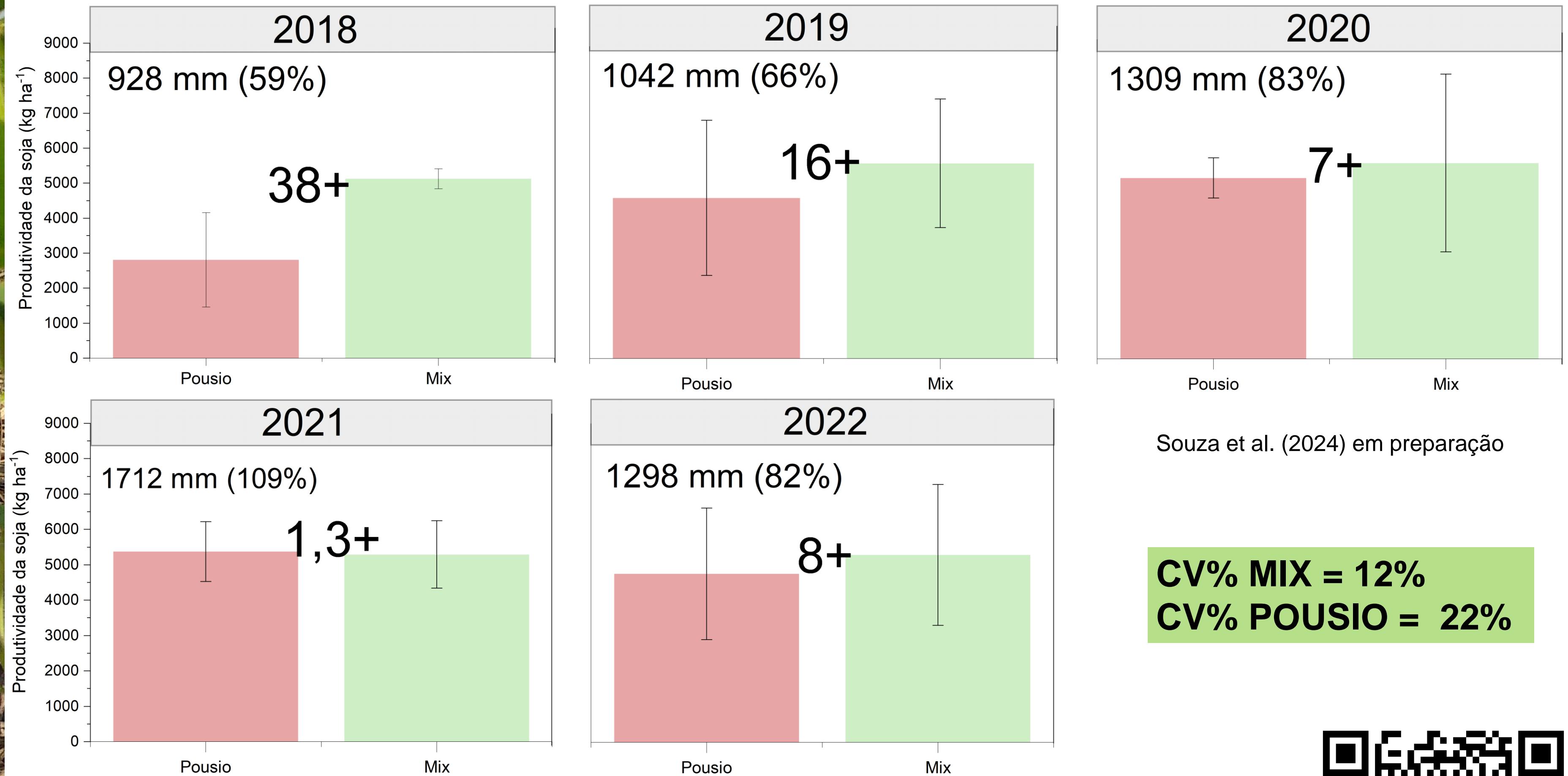
■ Recomendado ■ Recomendado com restrições ■ Não recomendado

*Restrições para rotação e/ou sucessão: quando a planta de cobertura compartilha pragas e/ou doenças com a cultura comercial, servindo assim como hospedeira na entressafra.

Pesquisas no campo



Diversificação com MIX e seu impacto na produtividade da soja em sucessão



População de nematoides

Maior ciclagem de nutrientes

Infestação de plantas daninhas

Souza et al. (2024)



Rio Verde - GO
Soja – mix – Soja

MIX

Crotalária spect (10 kg ha⁻¹)
Braquiária ruzzi (4 kg ha⁻¹)
Milheto (10 kg ha⁻¹)

POUSIO

Sem planta daninha
(dessecado)

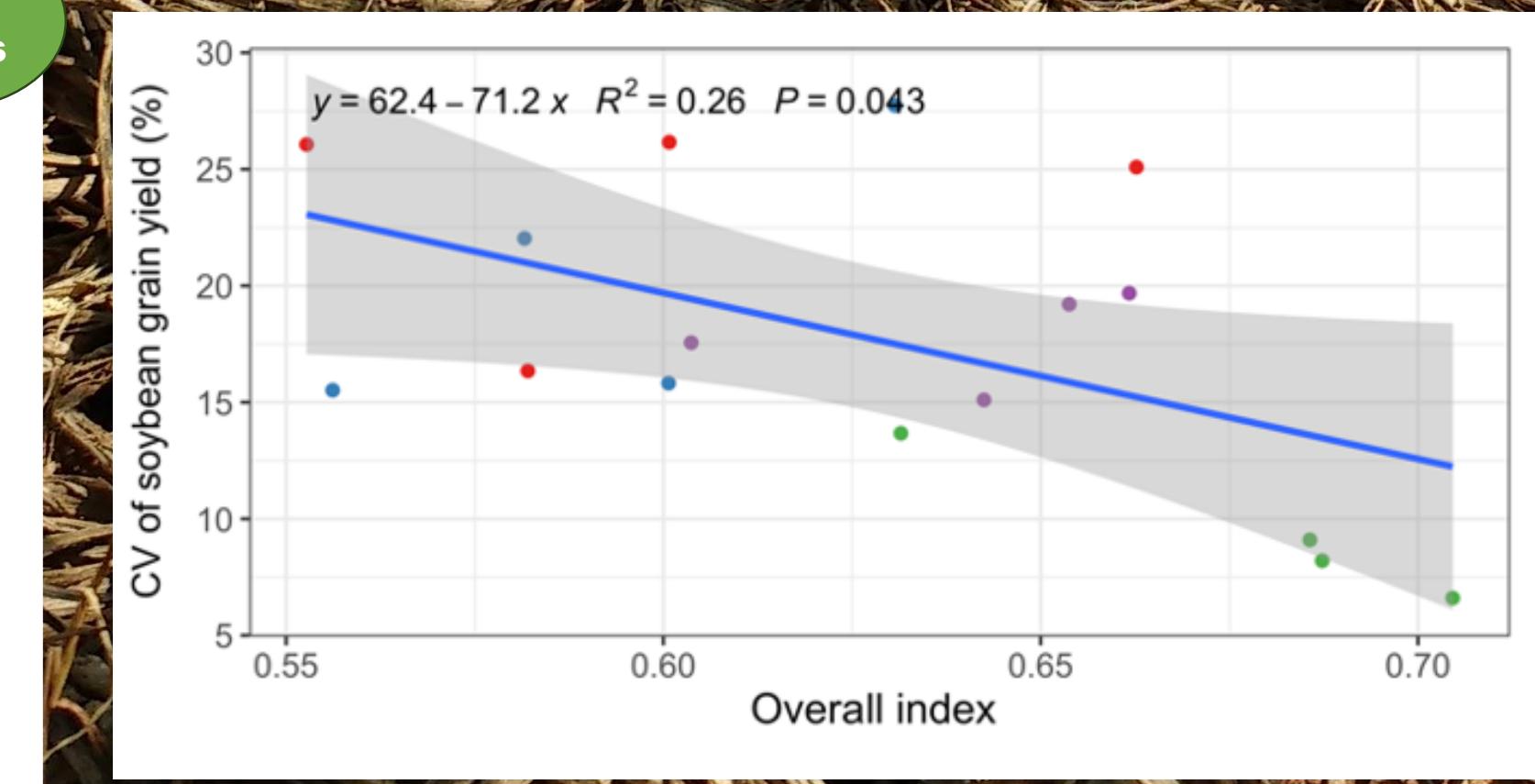
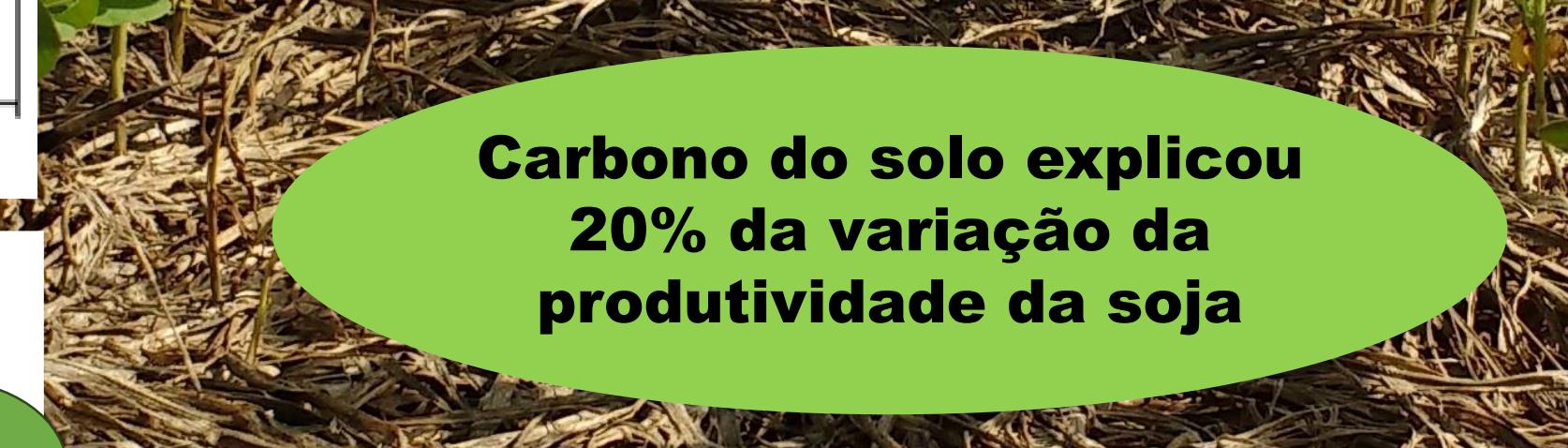
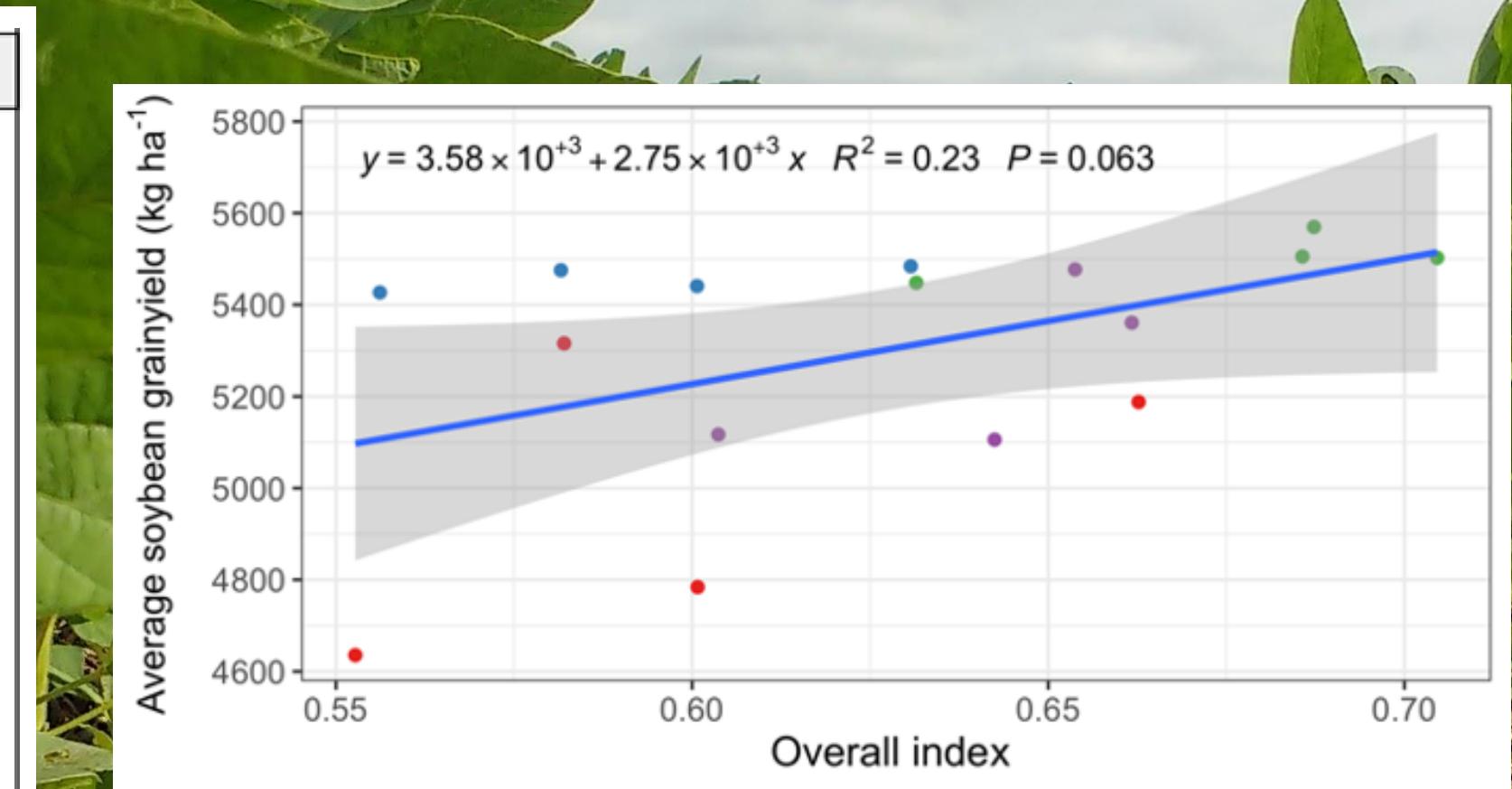
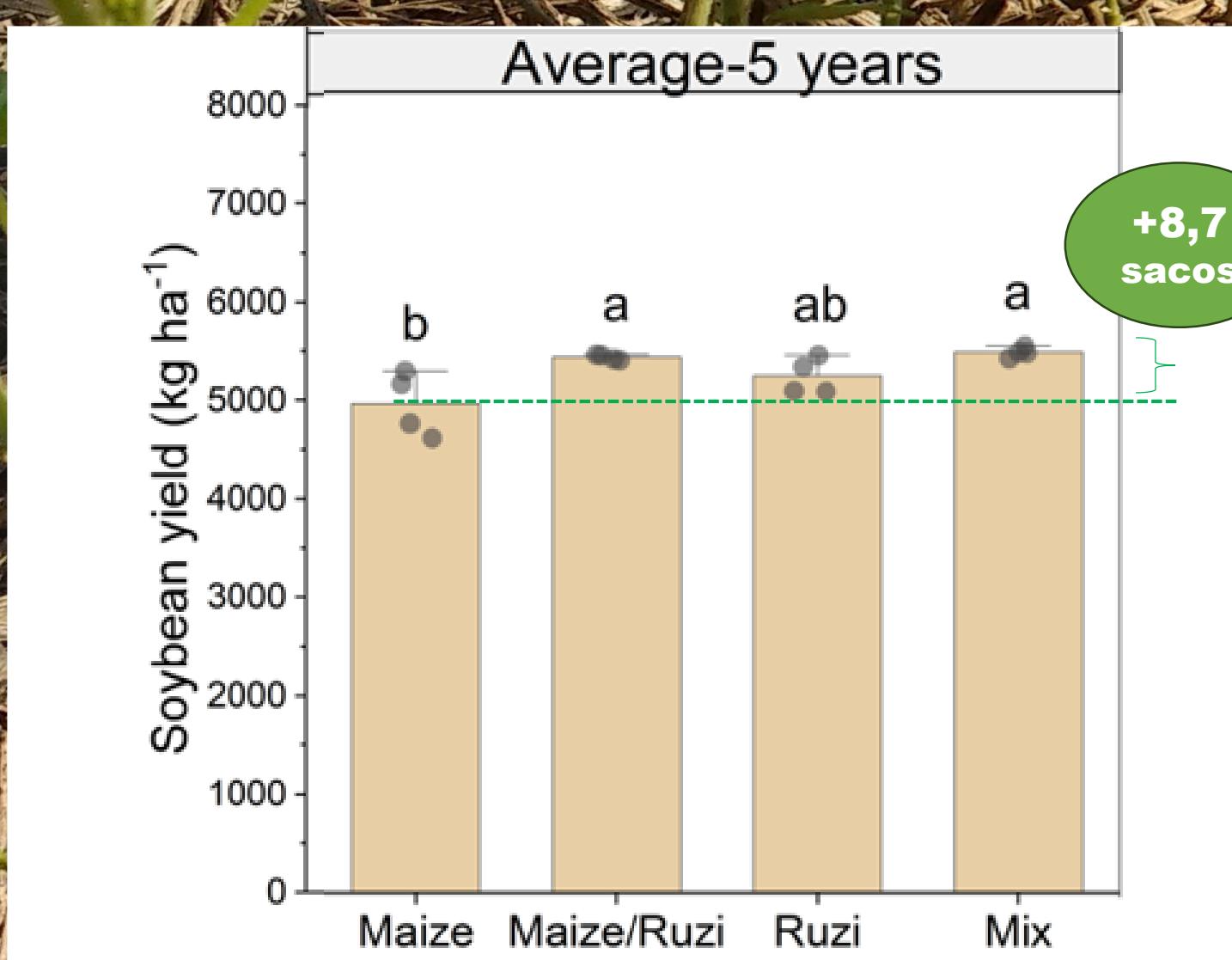
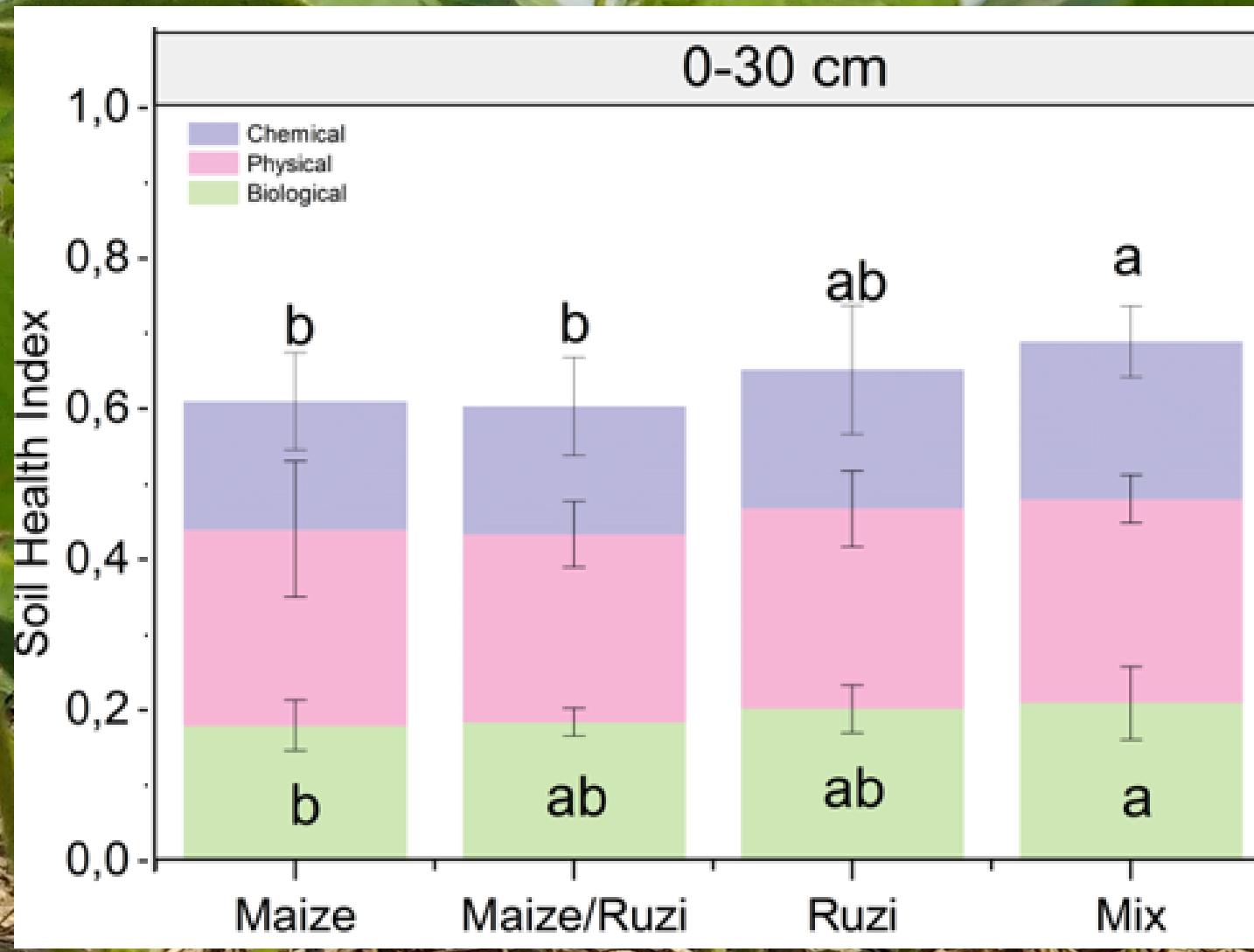
Conclusão:

Em 5 safras o **MIX** resultou em aumento de 70 sacas de soja, ou seja, rendeu **MAIS UMA** boa safra.

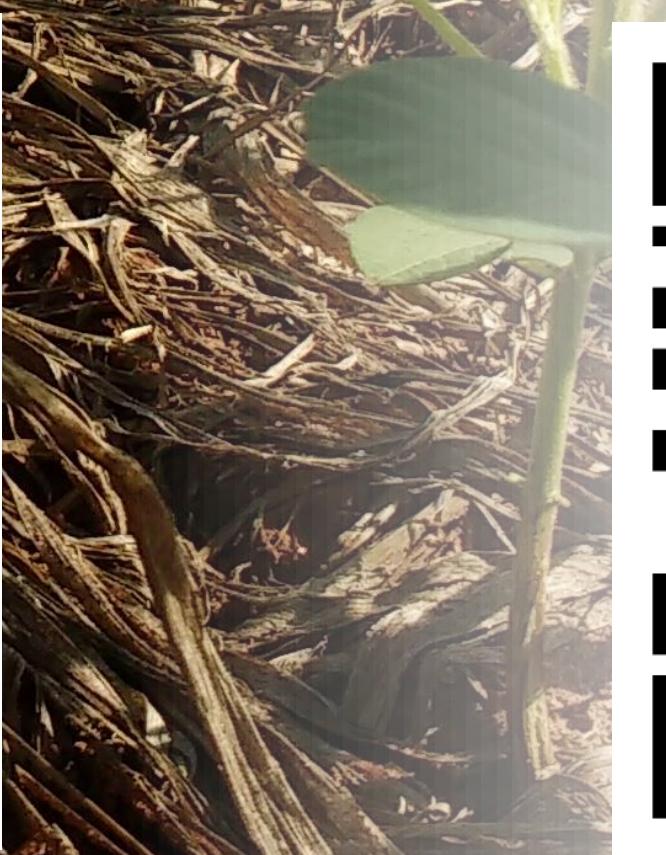
CV% MIX = 12%
CV% POUSIO = 22%

Cultivo de mix proporcionou maior estabilidade produtiva da soja

Solo mais saudável, maior produtividade e melhor estabilidade produtiva (resiliência)

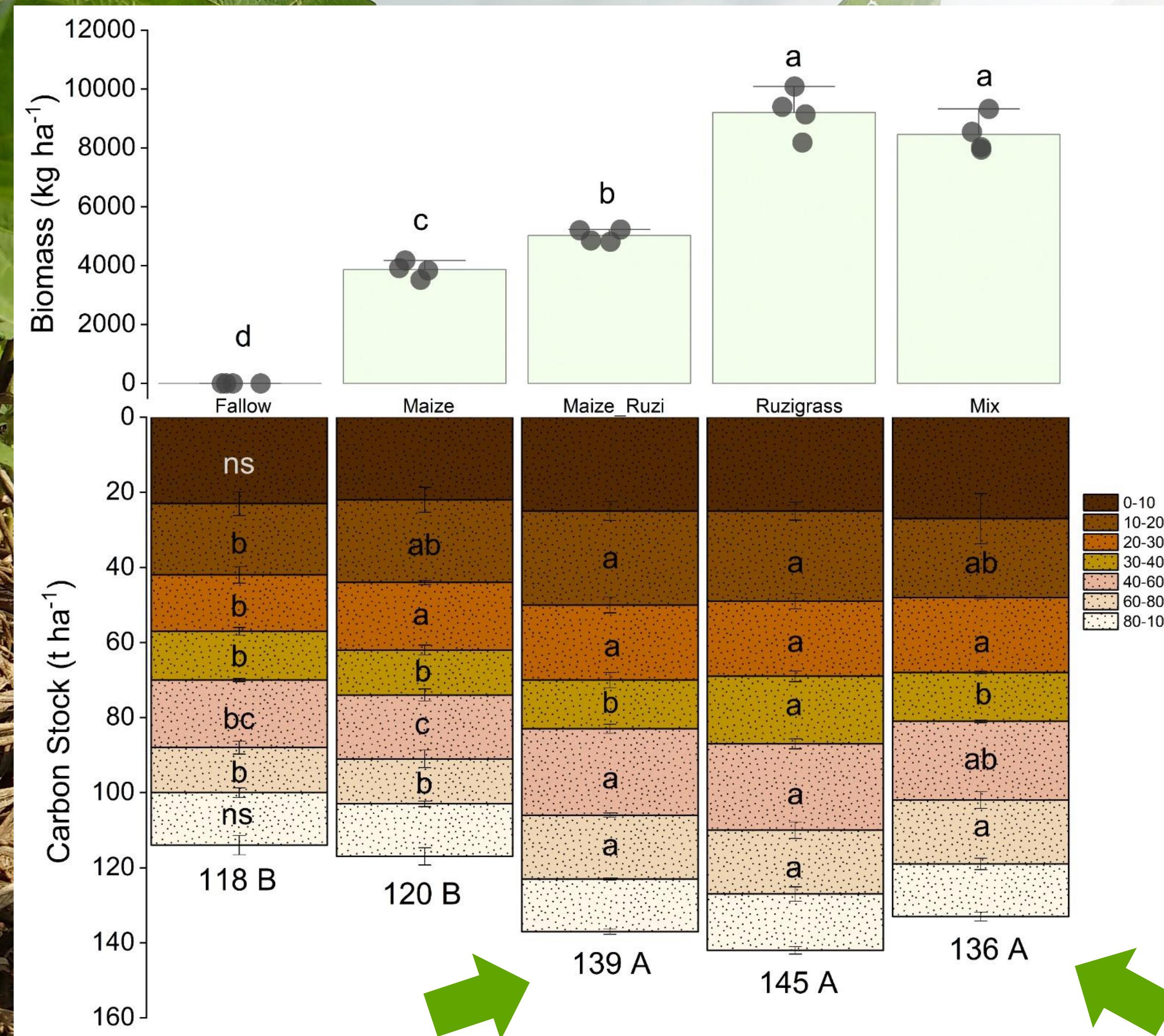


**Carbono do solo explicou
20% da variação da
produtividade da soja**



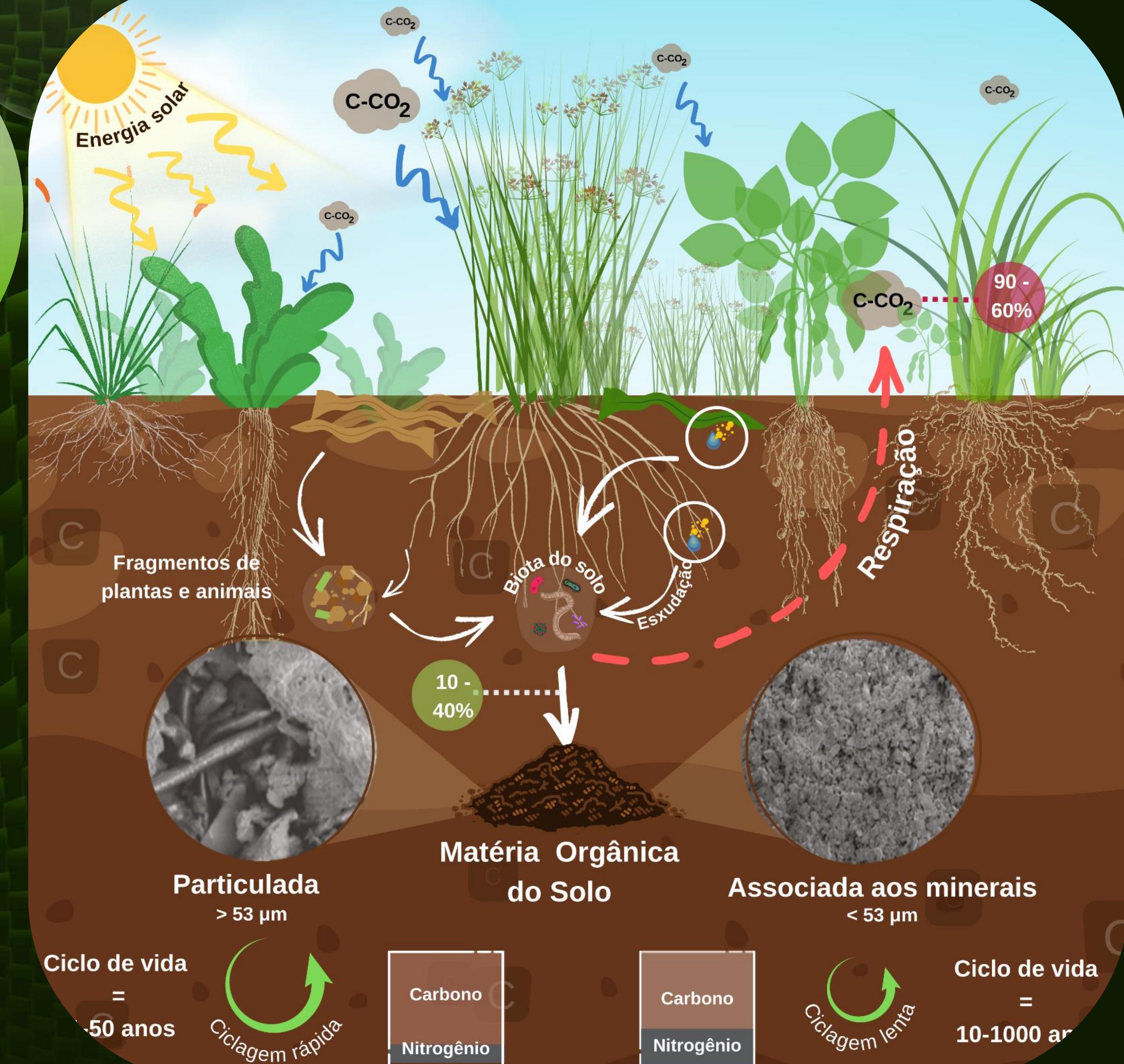
Solo mais saudável, maior produtividade e melhor estabilidade produtiva (resiliência)

Rio Verde - GO



De que forma as plantas de cobertura contribuem para o aumento dos estoques de C do solo?

- Aumento na **QUANTIDADE** de biomassa produzida e aportada ao solo;
- Aumento na **DIVERSIDADE/QUALIDADE** de biomassa aportada no solo;
- **Aumento no teor de N** do solo via fixação biológica de N (leguminosas) – (maior crescimento das plantas + eficiência de estabilização de carbono no solo);
- Aumento da **estabilização e proteção** do C pelo aumento da agregação do solo.



Taxas de Sequestro de C no solo em SPD



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

BRAZIL



Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis

Christopher Poeplau ^{a,b,*}, Axel Don ^a

+ 0,32
g ha⁻¹ ano⁻¹



A meta-analysis of global cropland soil carbon changes due to cover cropping

Jinshi Jian ^{a,b}, Xuan Du ^c, Mark S. Reiter ^{a,d}, Ryan D. Stewart ^{a,*}

+ 0,56
g ha⁻¹ ano⁻¹

Potential of C sequestration in agricultural soils



 Check for updates

OPEN ACCESS

EDITED BY

Edward Wilczewski,
Bydgoszcz University of Science and
Technology, Poland

REVIEWED BY

Serkan Ates,
Oregon State University, United States
Boris Đurđević Durđević,
University of Osijek, Croatia

*CORRESPONDENCE

Carlos Eduardo Pellegrino Cerri
cepcerri@usp.br

RECEIVED

15 August 2024

ACCEPTED

31 October 2024

PUBLISHED

19 November 2024

CITATION
Cerri CEP, Cherubin MR,
Villela JM, Locatelli JL, Carvalho ML,
Villarreal F, de Castro Mello FF,
Ibrahim MA and Lal R (2024) Carbon farming
in the living soils of the Americas.
Front. Sustain. Food Syst. 8:1481005.
doi: 10.3389/fsufs.2024.1481005

COPYRIGHT

© 2024 Cerri, Cherubin, Villela, Locatelli,
Carvalho, Villarreal, de Castro Mello, Ibrahim
and Lal. This is an open-access article
distributed under the terms of the [Creative
Commons Attribution License \(CC BY\)](#). The
use, distribution or reproduction in other
forums is permitted, provided the original
author(s) and the copyright owner(s) are
credited and that the original publication in
this journal is cited, in accordance with
accepted academic practice. No use,
distribution or reproduction is permitted
which does not comply with these terms.

Carbon farming in the living soils of the Americas

Carlos Eduardo Pellegrino Cerri^{1,2*},
Mauricio Roberto Cherubin^{1,2}, João Marcos Villela¹,
Jorge Luiz Locatelli¹, Martha Lustosa Carvalho¹,
Federico Villarreal³, Francisco Fujita de Castro Mello³,
Muhammad Akbar Ibrahim³ and Rattan Lal⁴

¹Department of Soil Science, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, ²Center for Carbon Research in Tropical Agriculture (CCARBON), University of São Paulo, São Paulo, Brazil, ³Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, San José, Costa Rica, ⁴CFAES Rattan Lal Center for Carbon Management and Sequestration, School of Environment and Natural Resources, The Ohio State University, Columbus, OH, United States

Soil represents Earth's largest terrestrial reservoir of carbon (C) and is an important sink of C from the atmosphere. However, the potential of adopting best management practices (BMPs) to increase soil C sequestration and offset greenhouse gas (GHG) emissions in agroecosystems remains unclear. Synthesizing available information on soil C sink capacity is important for identifying priority areas and systems to be monitored, an essential step to properly estimate large-scale C sequestration potential. This study brings an overview of thousands of research articles conducted in the Americas and presents the current state-of-the-art on soil C research. Additionally, it estimates the large-scale BMPs adoption impact over soil C dynamics in the region. Results indicated that soil C-related terms are widely cited in the literature. Despite that, from a total of ~13 thousand research articles recovered in the systematic literature review, only 9.2% evaluated soil C (at any depth), and only 4.6% measured soil C for the 0–30 cm soil layer, mostly conducted in North and South America regions. Literature review showed a low occurrence of terms related to BMPs (e.g., cover cropping), suggesting a research gap on the subject. Estimates revealed that upscaling of BMPs over 30% of agricultural land area (334 Mha) of the Americas can lead to soil C sequestration of 13.1 (± 7.1) Pg CO₂eq over 20 years, offsetting ~39% of agricultural GHG emissions over the same period. Results suggest that efforts should be made to monitor the impact of cropping system on soil C dynamics on the continents, especially in regions where data availability is low (e.g., Central, Caribbean, and Andean regions). Estimating the available degraded area for the continent and the soil C sequestration rates under BMPs adoption for Central, Andean, and Caribbean regions were major shortcomings encountered in our analysis. Thus, it is expected that some degree of uncertainty may be associated with the obtained results. Despite these limitations, upscaling of BMPs across the Americas suggests having great potential for C removal from the atmosphere and represents a global positive impact in terms of climate change mitigation and adaptation.

KEYWORDS

soil C sequestration, climate mitigation, greenhouse gas, agriculture, climate adaptation, soil health, soil organic matter, food systems



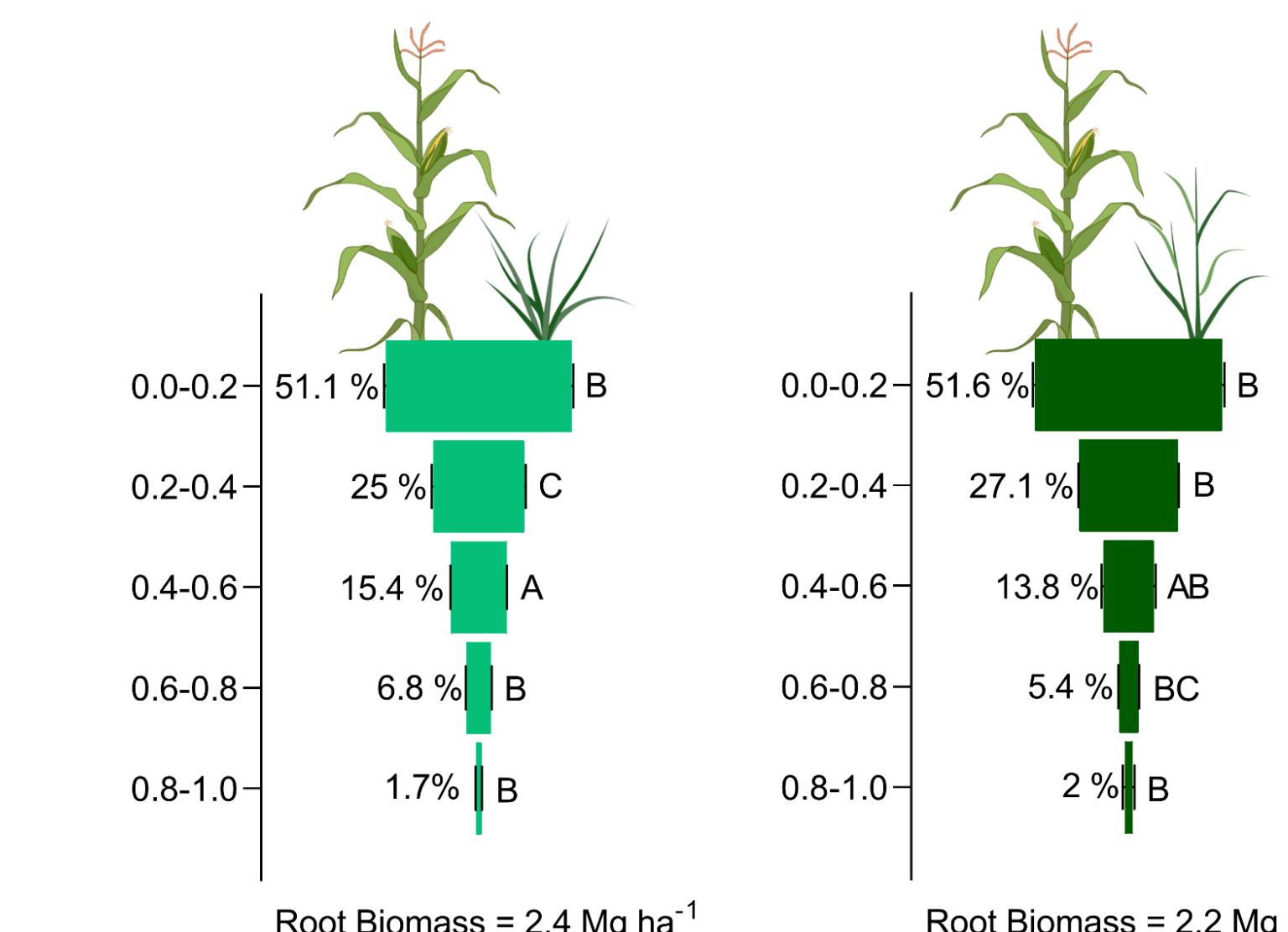
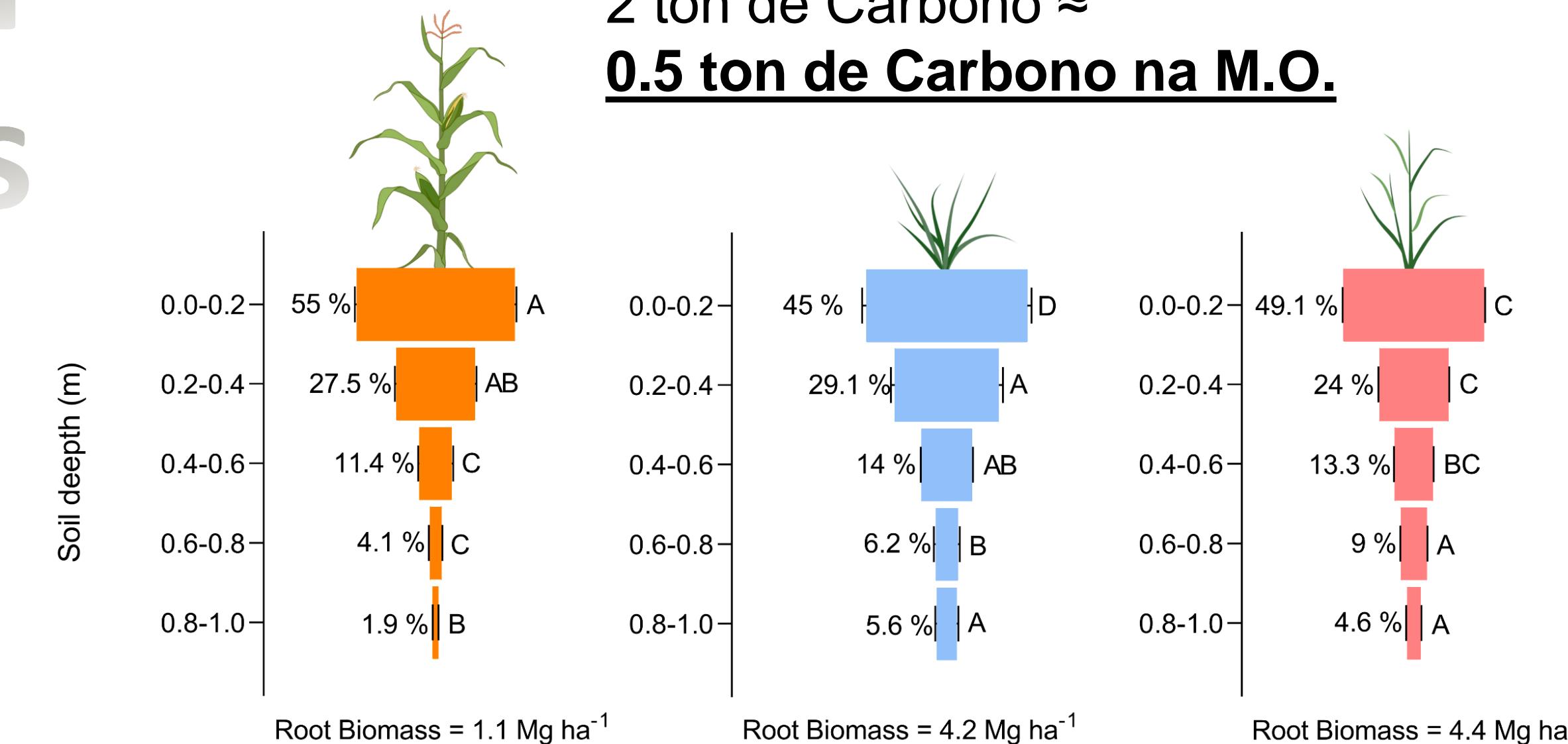
Living Soils
of the Americas

Estimates revealed that upscaling of best management practices (no-tillage and integrated systems) over 30% of agricultural land area (334 Mha) of the Americas can lead to soil C sequestration of 13.1 (± 7.1) Pg CO₂eq over 20 years, offsetting ~39% of agricultural GHG emissions over the same period.

Potential of C sequestration in agricultural soils



- Consórcio **vs** Milho monocultivo
- Adição de:
- 4.4 ton ha^{-1} (Palha+Raíz) \approx
2 ton de Carbono \approx
0.5 ton de Carbono na M.O.





CCARBON

CENTER FOR CARBON RESEARCH
IN TROPICAL AGRICULTURE

UNIVERSITY OF SÃO PAULO



<https://ccarbon.usp.br/>



KITSOHMA

Avaliação da saúde do solo no campo



Bruna E. Schiebelbein

Maurício R. Cherubin



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

870240064465
30/07/2024 16:23
29409162317910882

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2024 015629 3

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

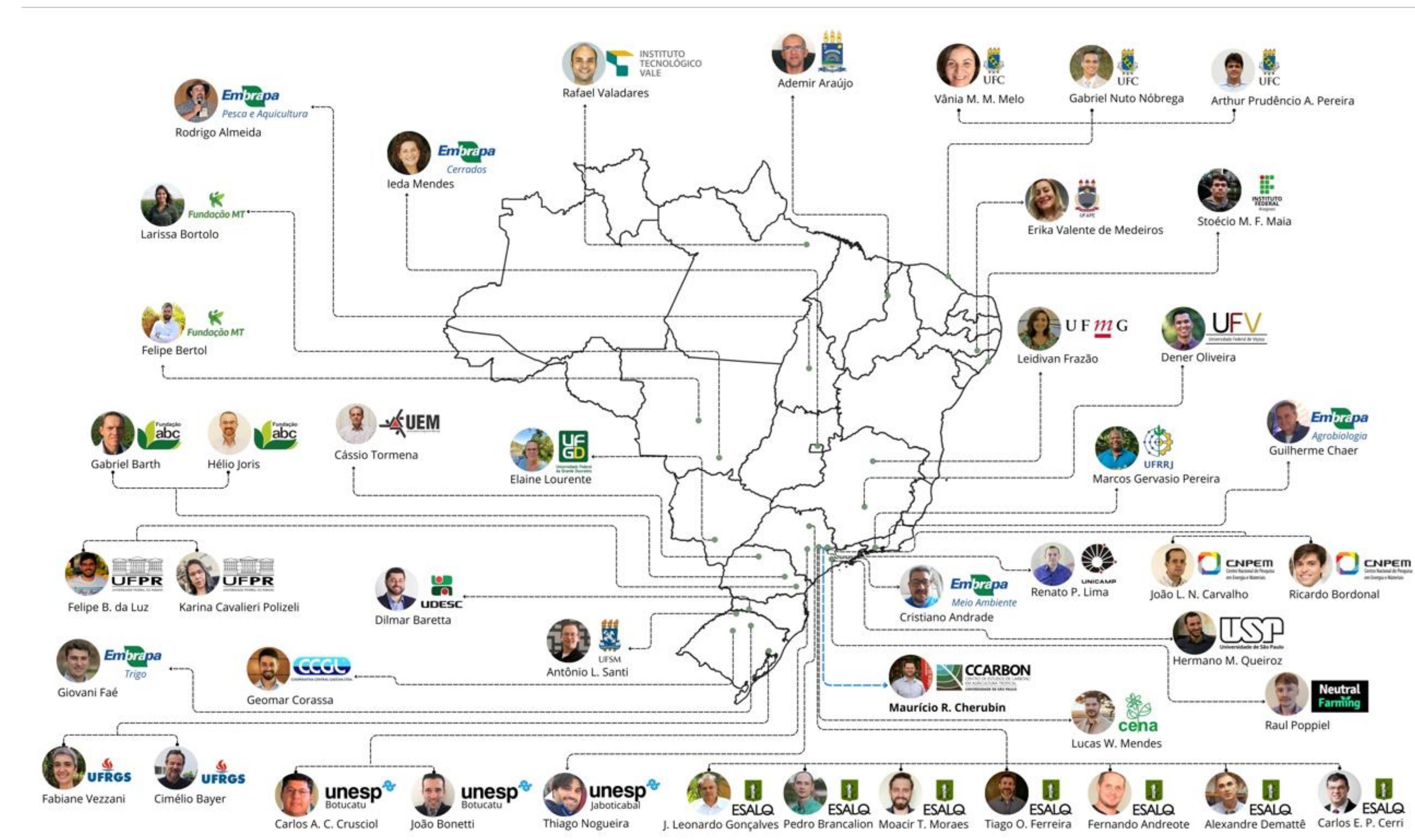
Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica
CPF/CNPJ: 63025530000104
Nacionalidade: Brasileira
Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa
Endereço: Rua da Reitoria, 374 - Butantã
Cidade: São Paulo
Estado: SP
CEP: 05508220
País: Brasil
Telefone: (11) 3091.4474
Fax:
Email: pidireto@usp.br

Aliança Nacional de Saúde do Solo



47 pesquisadores envolvidos

Criação de uma **aliança nacional na agenda de saúde do solo**, para fomentar cooperação em pesquisa, inovação e disseminação entre pesquisadores, agricultores, profissionais do setor produtivo e tomadores de decisão.





SAÚDE DO SOLO É A FUNDAÇÃO PARA A TRANSFORMAÇÃO DA AGRICULTURA NAS PRÓXIMAS DÉCADAS

ERA DA “EVOLUÇÃO VERDE”





MUITO OBRIGADO

DR. LUCAS
NOGUEIRA SOUZA

luscas.nogueirasouza@usp.br

