

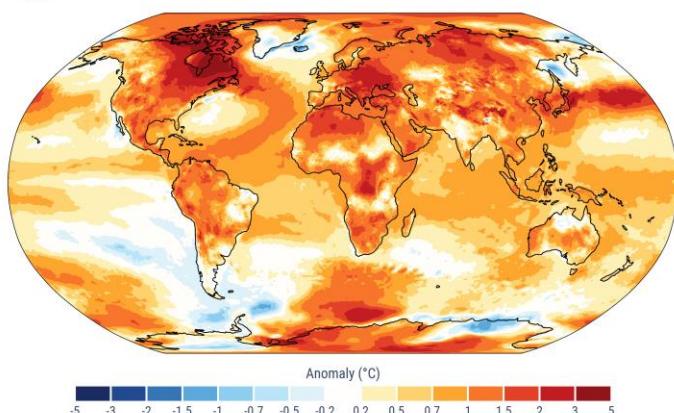


## 2024 - o ano mais quente da história



### Surface air temperature anomalies in 2024

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



PROGRAMME OF  
THE EUROPEAN UNION



REPRESENTED BY  
Climate  
Change Service  
[climate.copernicus.eu/](https://climate.copernicus.eu/)



**nature**

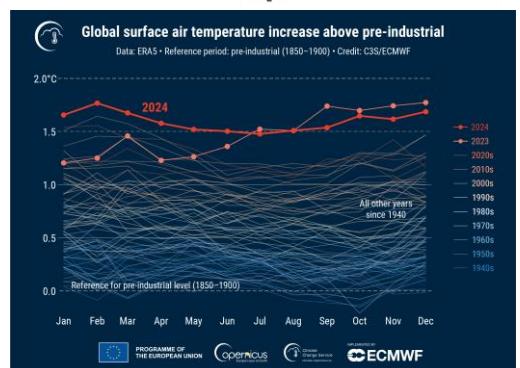
Search Log in

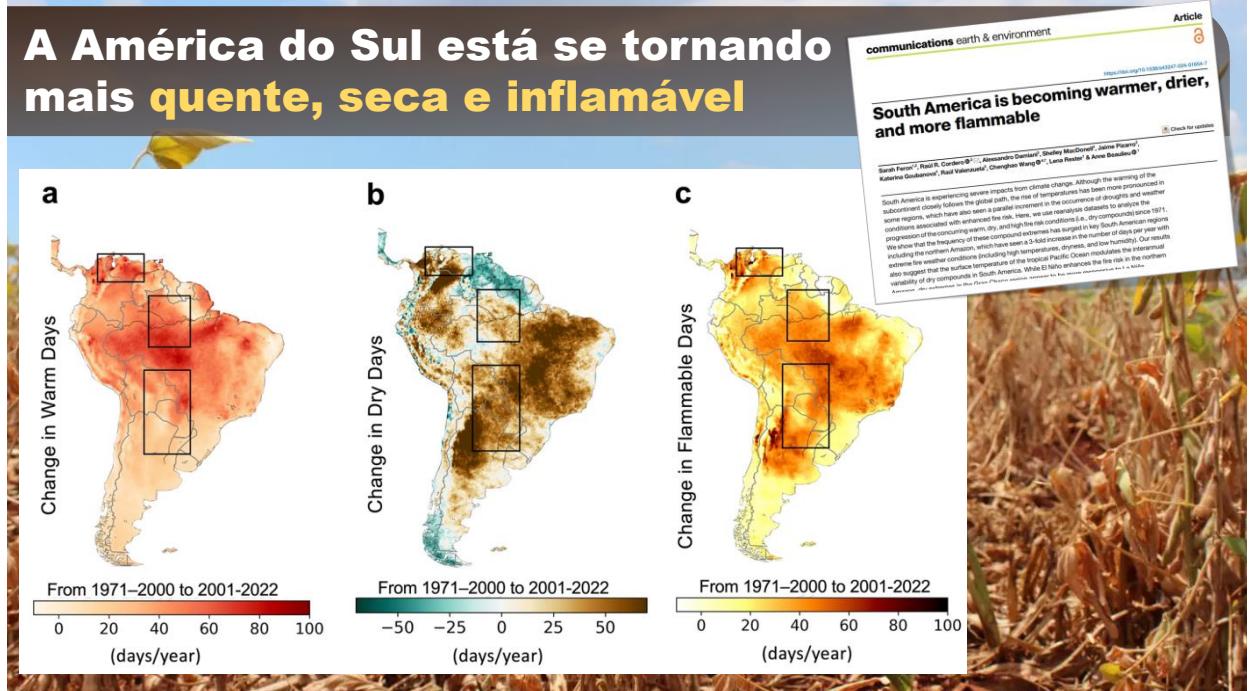
Content About Publish

news explainer > article

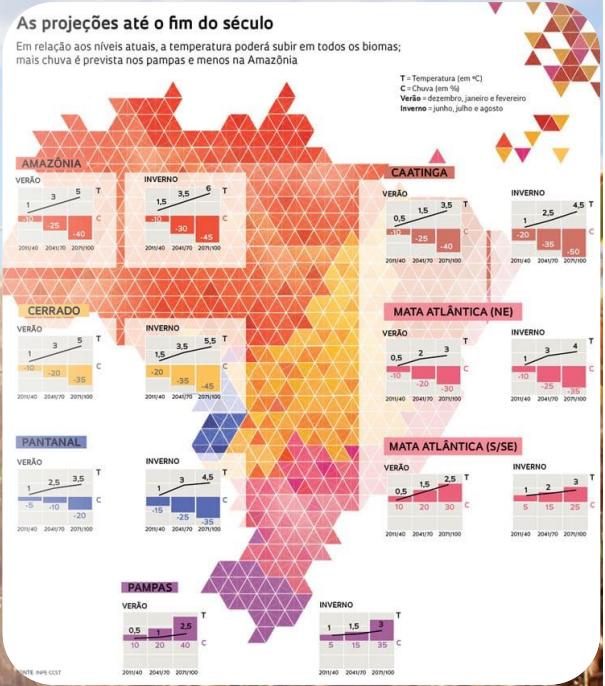
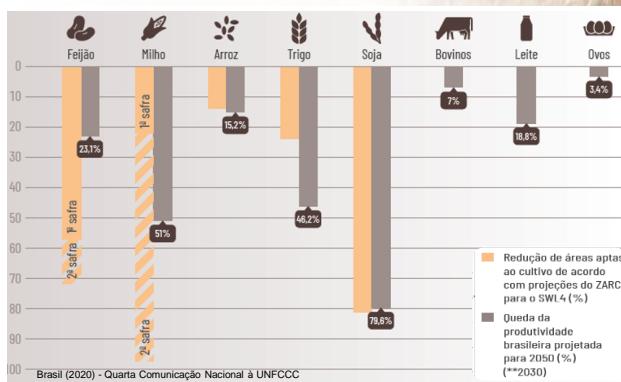
NEWS EXPLAINER | 06 January 2025

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





**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!**



# 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](http://www.elsevier.com/locate/gfs)

**Regenerative agriculture – the soil is the base**

L. Schreef<sup>a,b,\*</sup>, R.P.O. Schulte<sup>b</sup>, L.J.M. de Boer<sup>c</sup>, A. Pas Schrijver<sup>b</sup>, H.H.E. van Zanten<sup>c</sup>

<sup>a</sup> IEPN, P.O. Box 557, 6700, AN, Wageningen, the Netherlands  
<sup>b</sup> Farming Systems Biology Group, Wageningen University & Research, P.O. Box 4700, AS, Wageningen, the Netherlands  
<sup>c</sup> Animal Production Systems Group, Wageningen University & Research, P.O. Box 330, 6700, AH, Wageningen, the Netherlands

**ARTICLE INFO**

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

**ABSTRACT**

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 convergences and divergences between objectives and mechanisms that define RA. Our results show four dimensions that contribute to RA: (i) soil health, (ii) biodiversity, (iii) climate resilience, and (iv) economic performance. These dimensions are interconnected and have different implications for RA. Our results also show that RA is a broad concept that encompasses various approaches. From our synthesis, we propose a provisional definition of RA as an approach to food security and environmental objectives of RA in relation to soil health, biodiversity, climate resilience, and economic performance. From our synthesis, we propose a provisional definition of RA as an approach to food security and environmental objectives of RA in relation to soil health, biodiversity, climate resilience, and economic performance. From our synthesis, we propose a provisional definition of RA as an approach to food security and environmental objectives of RA in relation to soil health, biodiversity, climate resilience, and economic performance.



# SAÚDE DO SOLO

**É A BASE PARA UMA AGRICULTURA MAIS PRODUTIVA E RESILIENTE**

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 proporcional maior **PRODUÇÃO** e **ESTABILIDADE PRODUTIVA** ao longo do tempo.

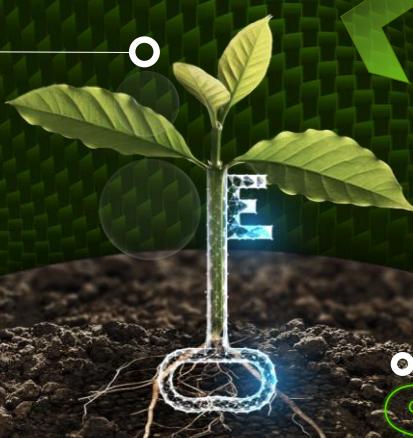


(Cherubin e Schiebelbein, 2022; Cherubin et al. 2023)

**A planta é chave (para a captura de CO<sub>2</sub>) e o solo é o cofre (para o sequestro de C na matéria orgânica)**  
**-Bases para a agricultura regenerativa**

**...INTENSIFICAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO**

**CO<sub>2</sub>**



PROF. DR.  
R. CHEP

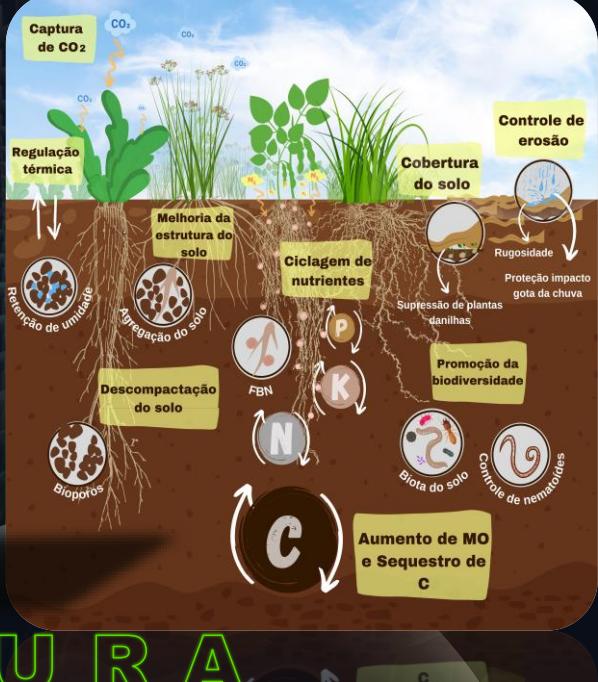
# AS PLANTAS DE COBERTURA TRAZEM MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS À SAÚDE DO SOLO,



que se refletem em melhoria da produtividade do sistema de produção







## Guia Prático de Plantas de Cobertura

Espécies, manejo e impacto na saúde do solo



**ORGANIZADOR:** Maurício Roberto Cherubin  
**AUTORES:** Beatriz da Silva Vanoli | Lucas Freitas Nogueira Souza | Lucas Pecci Canisares | Caetano Roberto Pinto de Oliveira | Bruna Góes | Ana Paula Góes | Coberto Henrique Cardoso | Antônio Yan Viana Lima | Felipe Bonini de Luz | Victoria Santos Souza | Larissa de Souza Botelho | Rafael Braghieri Menillo | Viviana Meneghini | Lucas Greschuk | Marília Lustosa Carvalho | Daniela Andrade de Borba | Andréia Maria dos Santos Rodrigues | Maria Emilia Moreira Maróstica



**Guia Prático de Plantas de Cobertura: Espécies, manejo e impacto na saúde do solo**

**Crotalaria breviflora**  
(*Crotalaria breviflora*)



**Características gerais**

*Crotalaria breviflora* é uma leguminosa anual da família Fabaceae, com metabolismo C3, hábito de crescimento arbustivo, efeito raiz, raízes primárias e ramificadas, e um sistema de crotalina muito utilizado na entrelha de culturas perenes, como o café, devido ao seu porte baixo, com altura entre 0,8 a 1,0 m que permite o desenvolvimento de plantas anuais, além de ser capaz de fornecer nitrogênio para a cultura consorciada. *Crotalaria breviflora* é valorizada por sua capacidade de fixação de

nitrogênio, o que melhora a fertilidade do solo para a cultura consorciada apresentando alto potencial para uso em consorcio com milho de segunda safra quando se tem o objetivo de reduzir populações de nemátodos.

**Informações fitotécnicas**

- Peso de mil sementes: 19 a 21 g
- Produção de biomassa: Massa seca 3 a 5 t/ha
- Relação CN: 14/ha 16/1
- Ciclo até o florescimento: 90 a 110 dias
- Manejamento: Em área: 16 kg de sementes/ha 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.

**Impacto no manejo da saúde do solo**

- Aspectos químicos do solo: Destaca-se pelo potencial de extração de nutrientes, extrando em média 96 kg/ha de N, 7 kg/ha de P e 60 kg/ha de K.

**Tabela de indicação de manejo**

Restrições para rotação e/ou sucessão*				Supressão da população de nemátodes				Solo se glaucomato
Seja	Muito	Aliviado	Tempo	Cana-de-	P.	M.	R.	

\*Seucesso para rotação e/ou sucessão: quando a planta de cobertura compartilha praga e/ou doença com a cultura consorciada, sendo assim como hospedeira na entomofauna.

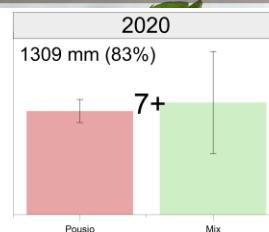
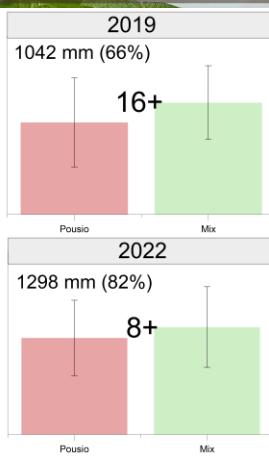
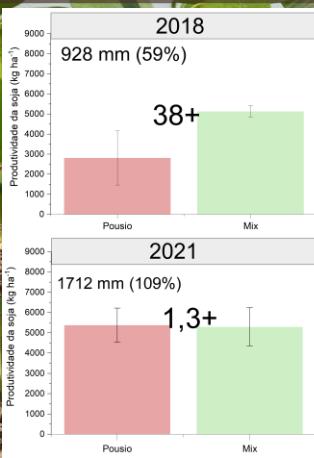
Referências: 19, 20, 118

49

# Pesquisas no campo



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



Souza et al. (2024) em preparação

População de nematoides

Maior ciclagem de nutrientes

Infestação de plantas daninhas

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

### Rio Verde - GO

Soja – mix – Soja

#### MIX

Crotalaria spect (10 kg ha<sup>-1</sup>)  
Braquiária ruzzi (4 kg ha<sup>-1</sup>)  
Milheto (10 kg ha<sup>-1</sup>)

#### POUSIO

Sem planta daninha (dessecado)

#### Conclusão:

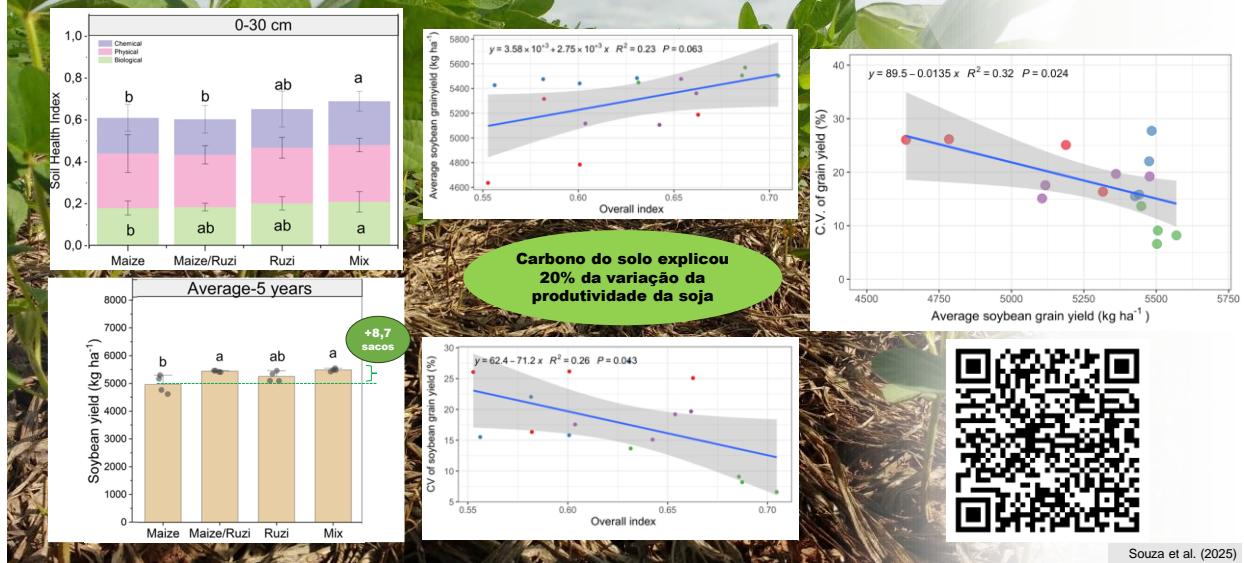
Em 5 safras o MIX resultou em aumento de 70 sacas de soja, ou seja, rendeu MAIS UMA boa safra.



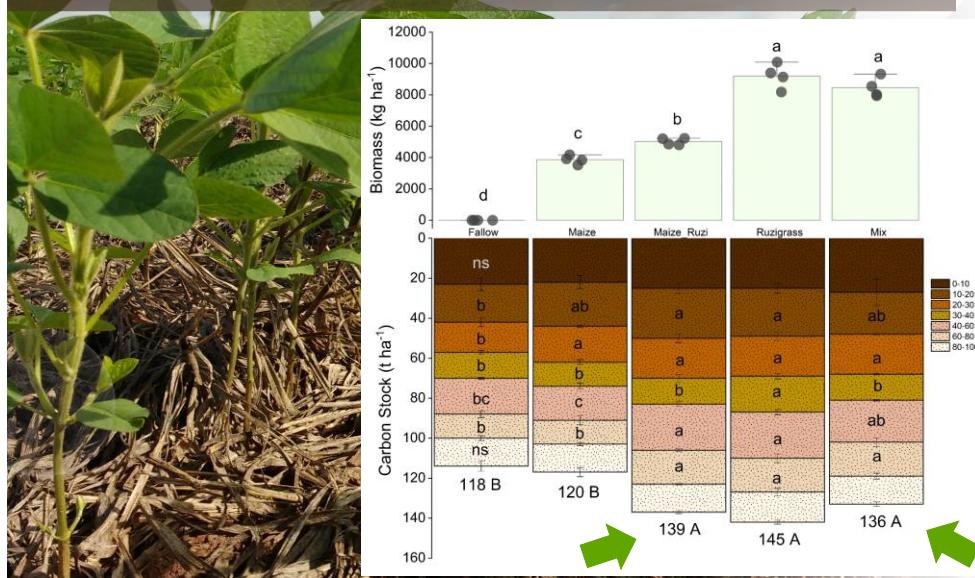
Cultivo de mix proporcionou maior estabilidade produtiva da soja

**Rio Verde - GO**

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



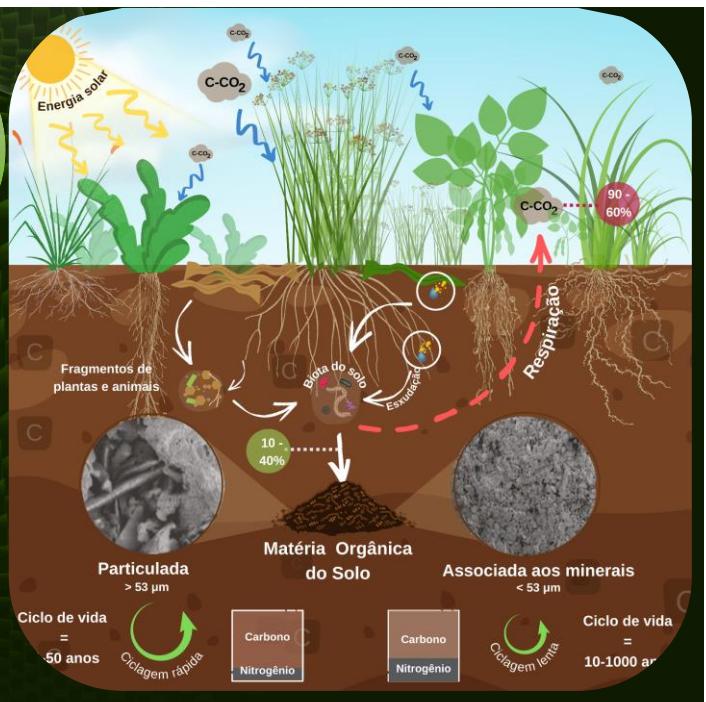
**Solo mais saudável, maior produtividade e melhor estabilidade produtiva (resiliência)**

**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.

PROF. DR. MAURÍCIO  
R. CHERUBIN



## 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	$0,34 (0,24-0,40)$	

BRASIL

PROF. DR. MAURÍCIO  
R. CHERUBIN

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

Agriculture, Ecosystems and Environment 200 (2015) 33–41  
Contents lists available at ScienceDirect  
Agriculture, Ecosystems and Environment  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agee](http://www.elsevier.com/locate/agee)

Review  
Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis  
Christopher Poepelau <sup>a,b,\*</sup>, Axel Don <sup>a</sup>

Soil Biology and Biochemistry 143 (2020) 107735  
Contents lists available at ScienceDirect  
Soil Biology and Biochemistry  
journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/soilbio>

A meta-analysis of global cropland soil carbon changes due to cover cropping  
Jinshi Jian <sup>a,b</sup>, Xuan Du <sup>c</sup>, Mark S. Reiter <sup>a,d</sup>, Ryan D. Stewart <sup>a,e</sup>  
<sup>a</sup> Institute of Soil Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Nanjing, China; <sup>b</sup> Jiangsu Key Laboratory of Soil Fertilization and Agro-environmental Protection, Nanjing, China; <sup>c</sup> College of Soil Science and Technology, Zhejiang University, Hangzhou, China; <sup>d</sup> Department of Soil Science, University of Georgia, Athens, GA, United States; <sup>e</sup> Department of Soil Science, University of Illinois Urbana-Champaign, Urbana, IL, United States  
PROF. DR. MAURÍCIO R. CHERUBIN

# Potential of C sequestration in agricultural soils



frontiers | Frontiers in Sustainable Food Systems

Volume 3 | Number 1 | November 2024  
(doi: 10.3389/fsof.2024.148505)

## Carbon farming in the living soils of the Americas

**OPEN ACCESS**  
submitted: 20 June 2023;  
accepted: 25 August 2024;  
published: 25 October 2024.  
editor:  
Carlo E.P. Cherubin <sup>1</sup>\*,  
Vilma J.M. Locatelli <sup>2</sup>,  
Carvalho M.L. de Castro Mello <sup>3</sup>,  
Brahim Mlik <sup>4</sup> and Lall <sup>5</sup>  
Carbon farming in the living soils of the Americas  
Frontiers in Sustainable Food Systems | <https://doi.org/10.3389/fsof.2024.148505>  
© 2024 Carlo E.P. Cherubin, Vilma J.M. Locatelli, Carvalho M.L. de Castro Mello, Brahim Mlik and Lall. 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 forms is permitted, provided the original author(s) and 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.

Carlos Eduardo Pellegrino Carril <sup>1,2\*</sup>,  
Mauricio Roberto Cherubin <sup>1,2</sup>, João Marcos Vilhena <sup>1</sup>,  
Jorge Luiz Locatelli <sup>1,2</sup>, Martha Lustosa Carvalho <sup>1</sup>,  
Federico Villareal <sup>3</sup>, Francisco Fujita de Castro Mello <sup>3</sup>,  
Muhammed Albar Ibrahim <sup>4</sup> and Rattan Lal <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science, Luis de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; <sup>2</sup>Center for Carbon Research in Tropical Agriculture (CCARBON), University of São Paulo, São Paulo, Brazil; <sup>3</sup>Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of São Paulo, São Paulo, Brazil; <sup>4</sup>CACES Station La Ceiba for Carbon Management and Sequestration, School of Environmental and Natural Resources, The Ohio State University, Columbus, OH, United States

Soil carbon sequestration (C sequestration) is a process that increases soil organic carbon (C) levels in soils. While C sequestration is important for climate change mitigation, its potential for increasing soil C sequestration and offsetting greenhouse gas (GHG) emissions in agroecosystems remains unclear. Synthesizing available information on soil C sequestration is important for identifying priority areas and systems to be used for climate change mitigation. This study brings an overview of research articles conducted in the Americas and presents the current state-of-the-art on soil C research. Additionally, it estimates the largest soil C sequestration potential of the Americas based on a meta-analysis. Results indicate that the C sequestration terms are well-defined 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 1.2% evaluated soil C sequestration. The highest C sequestration potential was found in Central, Caribbean, and Andean regions. Literature review showed a low occurrence of terms related to BMPs (e.g., cover cropping), suggesting a research gap on the subject. Literature review also found that utilization of BMPs over 20% of agricultural lands (334 Mha) of the Americas leads to an average C sequestration rate of 13.1 (±7.1) Pg CO<sub>2</sub>eq 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 practices on soil C sequestration and to evaluate the potential of BMPs when soil data availability is low (e.g., Central, Caribbean, and Andean regions). Estimating the available degraded area for the conversion and the soil C sequestration rates under BMPs are still challenges that were mainly overcome by the studies we were able to encounter 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, which can have 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

Estimates revealed that upscaling of best management practices (no-tillage; pasture reclamation 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 CO<sub>2</sub>eq over 20 years, offsetting ~39% of agricultural GHG emissions over the same period.



**CCARBON**  
CENTER FOR CARBON RESEARCH  
IN TROPICAL AGRICULTURE  
UNIVERSITY OF SÃO PAULO



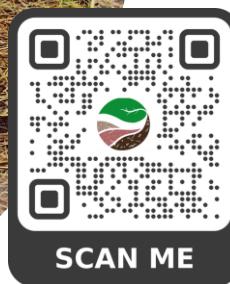
<https://ccarbon.usp.br/>



## KITSOHMA

### Avaliação da saúde do solo no campo

Bruna E. Schiebelbein | Maurício R. Cherubin



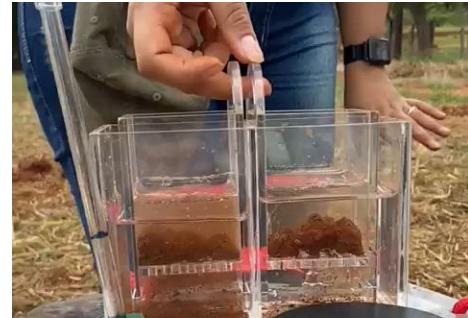
**CCARBON**  
CENTER FOR CARBON RESEARCH  
IN TROPICAL AGRICULTURE  
UNIVERSITY OF SÃO PAULO

<b>IPI</b> INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL 30/07/2024 16:23 87034-0064465 26409162317910882
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 0156293
Dados do Depositário (71)
Depositante 1 de 1
Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica
CPF/CNPJ: 85025630000154
Nacionalidade: Brasileiro
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



#### Indicadores

Físicos	Teste de infiltração Estabilidade de agregados Avaliação Visual da Estrutura do Solo
Químico	pH
Biológico	Atividade biológica Avaliação da macrofauna Separação visual dos agregados



## Relatório de Saúde do Solo



Para receber o diagnóstico da saúde do solo via e-mail, insira corretamente os resultados obtidos no Formulário abaixo, conforme seguinte estrutura:

### Preencher o formulário

#### Teste de infiltração

- Qual é o tempo em minutos que a água levou para infiltrar?

#### Estabilidade de agregados

- Qual é a massa dos 10 agregados pesados?
- Quantos agregados intactos sobraram após o teste?

#### Análise visual da estrutura do solo

- Qual a profundidade total da camada?
- Qual a profundidade da camada 1?
- Qual a nota atribuída a camada 1?
- E qual a nota atribuída a camada 2?

#### pH

- Insira a 1ª leitura de pH
- Insira a 2ª leitura de pH
- Insira a 3ª leitura de pH
- Insira a 4ª leitura de pH

#### Atividade biológica

- Qual a altura inicial da solução?
- Qual a altura final da espuma?

#### Avaliação da macrofauna

- Insira o numero de engenheiros do ecossistema
- Insira o numero de decompositores
- Insira o numero de predadores
- Insira o numero de pragas

#### Separação visual de agregados

- Qual a massa dos 20 agregados?
- Qual a massa dos agregados biogênicos?



### Aguardar o recebimento do email

## Resultado dos Cálculos

Indicador	Resultado	Escore	Condição
Teste de infiltração	0.30	60	Moderada
Estabilidade de agregados	70.00	100	Muito alta
VESS	2.40	80	Alta
pH	7.00	60	Moderada
Atividade biológica	30.00	80	Alta
Avaliação da macrofauna	0.65	60	Moderada
Separação visual dos agregados	82.50	100	Muito alta
Índice de saúde física	80.00		Muito alta
Índice de saúde química	60.00		Alta
Índice de saúde biológica	80.00		Muito alta
Índice de saúde do solo	72.60		Alta

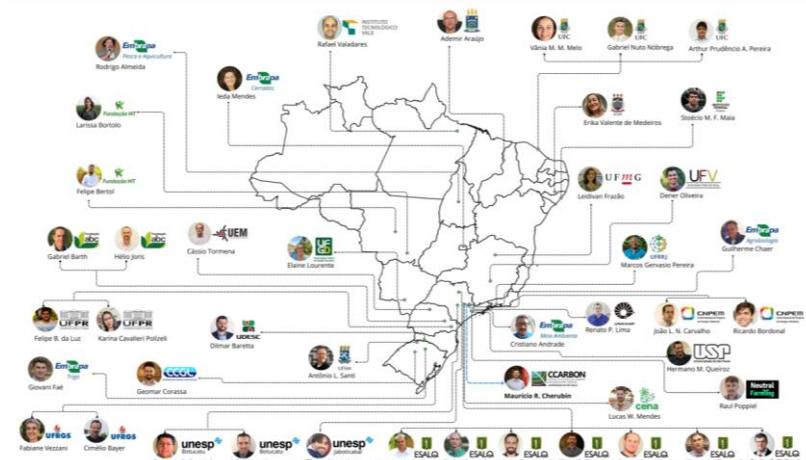


# Aliança Nacional de Saúde do Solo



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.



# MUITO OBRIGADO

**PROF. DR. MAURÍCIO  
R. CHERUBIN**

[cherubin@usp.br](mailto:cherubin@usp.br)



**ESALQ**

 **CCARBON**  
CENTER FOR CARBON RESEARCH  
IN TROPICAL AGRICULTURE

