



Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 5

Diocléa Almeida Seabra Silva
(Organizadora)



Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 5

Diocléa Almeida Seabra Silva
(Organizadora)

**Atena**
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A281	<p>Agronomia [recurso eletrônico] : elo da cadeia produtiva 5 / Organizadora Diocléa Almeida Seabra Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva; v. 5)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-824-3 DOI 10.22533/at.ed.243190312</p> <p>1. Agricultura – Economia – Brasil. 2. Agronomia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Diocléa Almeida Seabra. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630.981</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A cadeia produtiva do agronegócio tem como finalidade um conjunto de ações que são inseridas em um determinado produto até a chegada no consumidor. Muitas das vezes essas ações, que na realidade, se constituem em etapas de como trabalhar um determinado produto até que este esteja pronto para ser comercializado, levando-se em consideração as características que proporcionará o grau de satisfação dos clientes.

A satisfação se faz presente, devido o aprimoramento do produto de forma eficiente, que somente se torna possível, através de pesquisas que estejam relacionadas com a produção agropecuária a se destacar no mercado, como o preparo de solo, classes de aptidão de terras agrícolas, adubação, seleção de mudas, preparo de sementes, nutrição mineral de plantas, tratos culturais, plantas medicinais, alelopáticas e o uso da terra e etc. Estas pesquisas nos incentivaram na elaboração deste volume – AGRONOMIA: ELO DA CADEIA PROTUVIA 5, VOL.5, que significa que os trabalhos aqui contextualizados seguem um roteiro diversificado de parâmetros / ações que definem com clareza o conceito de cadeia produtiva, o que na realidade retrata os acontecimentos que levam as instituições públicas e privadas como as Universidades, Embrapas, propriedades rurais e etc., serem responsáveis por novas descobertas científicas e pelo aprimoramento deste conhecimento, no sentido de melhorar os elos da cadeia produtiva do agronegócio que estão contidos nos artigos, cujos capítulos apontam pesquisas recentes cujo fundamento é aumentar a produção agrícola do Brasil.

Isso é tão verdade, que segundo ¹Castro; Lima; Cristo (2002) a cadeia produtiva do agronegócio parte da premissa que a produção de bens pode ser representada como um sistema, onde os atores estão interconectados por fluxo de materiais, de capital, de informação, com o objetivo de suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema. Isso nos levará a melhoria da competitividade do mercado em que para que todo produto seja comercializado, será necessário que antes haja pesquisas voltadas ao seu aprimoramento para a conquista do consumidor final.

Diocléa Almeida Seabra Silva

¹ CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: **Anais do XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. Salvador, 2002.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DIAGNÓSTICO DA CAFEICULTURA DOS MUNICÍPIOS DE ALFENAS, CAMPESTRE, PARAGUAÇU E SERRANIA	
Nilson Pereira Gomes Kleso Silva Franco Junior Eduardo Vinicius Franco da Silva Ramon Mendes de Souza Dias Wagner Borim Teixeira Edimar de Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.2431903121	
CAPÍTULO 2	15
A PRODUÇÃO DE FIBRA DE MALVA (<i>URENA LOBATOL.</i>) NO ESTADO DO PARÁ: PERSPECTIVAS E REALIDADES BASEADAS NOS ANOS DE 1990 A 2017	
Alasse Oliveira da Silva Elane Cristina da Silva Conceição Roberta Carvalho Gomes Diocléa Almeida Seabra Silva Ismael de Jesus Matos Viégas Antonia Kilma de Melo Lima Danilo Mesquita Melo Joaquim Alves de Lima Júnior Ebson Pereira Cândido Eduardo da Silva Leal	
DOI 10.22533/at.ed.2431903122	
CAPÍTULO 3	24
UTILIZAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS: NA PERCEPÇÃO DE UMA LOCALIDADE NO SUL DO BRASIL	
Paulo Barrozo Cassol Maria Teresa Aquino de Campos Velho Alberto Manuel Quintana	
DOI 10.22533/at.ed.2431903123	
CAPÍTULO 4	36
ABORDAGENS DE BIOINFORMÁTICA PARA VACINAS CONTRA O VÍRUS DA FEBRE AFTOSA NA AMÉRICA DO SUL	
Mateus Gandra Campos Giuliana Loreto Saraiva Pedro Marcus Pereira Vidigal Abelardo Silva Júnior Márcia Rogéria de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2431903124	
CAPÍTULO 5	50
ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA DA CULTURA DA SOJA: INFLUÊNCIA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS	
Lucio Pereira Santos Clibas Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.2431903125	

CAPÍTULO 6 67

ALLELOPATHIC EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Leucaena leucocephala* (Lam) OF WIT.
ON LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) SEEDS

Cláudio Brito Coêlho
Maria Eduarda Batista Vieira Fernandes
Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Thiago Cardoso Silva
Cibelle Amaral Reis
Tarcila Rosa da Silva Lins
Letícia Siqueira Walter
Júlia Andresa Freitas da Silva
Anderson Oliveira de Lima
Iaci Dandara Santos Brasil
Marks Melo Moura
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Tarcísio Viana de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2431903126

CAPÍTULO 7 76

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *Corymbia torelliana* ON THE GERMINATION AND INITIAL
DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL AND FOREST SPECIES

Lucas Araújo Moura
Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Thiago Cardoso Silva
Antonio Leonardo Sousa Modesto
Tarcila Rosa da Silva Lins
Letícia Siqueira Walter
Cibelle Amaral Reis
Iaci Dandara Santos Brasil
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Jade Cristynne Franco Bezerra
Marks Melo Moura
Tarcísio Viana de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2431903127

CAPÍTULO 8 88

ALTERAÇÕES NO METABOLISMO DE NITROGÊNIO E CARBONO EM PLANTAS DE ARROZ
SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES

Erinaldo Gomes Pereira
Albiane Carvalho Dias
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva
Liliandra Barreto Emídio Gomes
Lorraine Cristina Henrique Almeida
Natália dos Santos Ferreira
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Octávio Vioratti Telles de Moura
Cássia Pereira Coelho Bucher
Carlos Alberto Bucher
Everaldo Zonta
Manlio Silvestre Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.2431903128

CAPÍTULO 9 100

APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS: METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Karla Nayara Santos de Almeida

João Batista Lopes da Silva
Júlio César Azevedo Nóbrega
Rafael Felipe Ratke
Kaíse Barbosa de Souza

DOI 10.22533/at.ed.2431903129

CAPÍTULO 10 113

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ALTURAS DAS PLANTAS NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO

Belmiro Saburo Shimada
Gustavo Roque Goulart
Juliano Cordeiro
Alessandro Jefferson Sato

DOI 10.22533/at.ed.24319031210

CAPÍTULO 11 124

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DO TOMATEIRO ENXERTADO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO SOB CULTIVO PROTEGIDO

Gilmar Batistella
José Ricardo Peixoto

DOI 10.22533/at.ed.24319031211

CAPÍTULO 12 134

AÇÃO FITOQUÍMICA DE *ARTEMISIA ANNUA* L. EM MANEJOS PÓS-COLHEITAS

Thalita Cristina Marques Cervezan
Melissa Jean Towler
Pamela Weathers
Pedro Melillo de Magalhães
Adilson Sartoratto
Aline Cristina Rabonato
Glyn Mara Figueira
Fernando Broetto

DOI 10.22533/at.ed.24319031212

CAPÍTULO 13 147

BEEF MARKETING AND QUALITY IN URUGUAY

Fabio Montossi
Fiorella Cazzuli

DOI 10.22533/at.ed.24319031213

CAPÍTULO 14 164

BIOPROMOTORES E LUZ NO CRESCIMENTO DE *Brachiaria brizantha*

Monyck Jeane dos Santos Lopes
Moacyr Bernardino Dias Filho
Thomaz Henrique dos Reis Castro
Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031214

CAPÍTULO 15 175

CARBONO ORGÂNICO AFETADO POR SISTEMAS DE CULTIVO DE LONGA DURAÇÃO

Felipe Camargo de Paula Cardoso
João de Deus Gomes dos Santos Junior
Eiyti Kato
Nericlenes Chaves Marcante

CAPÍTULO 16 193

COMPATIBILIDADE DO FERTILIZANTE NUCLEOS O-PHOS COM *Trichoderma asperellum*

Daniela Tiago da Silva Campos
Mayco Mascarello Richardi
Matheus de Medeiros Bagli
Marcelo Augusto Cruz Filho
Ligia Bronholi Pedrini
Renato de Almeida Jr

DOI 10.22533/at.ed.24319031216

CAPÍTULO 17 197

CONTAMINAÇÃO MICROBIANA E PARASITÁRIA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Juciene de Jesus Barreto da Silva
Ana Lúcia Moreno Amor
Isabella de Matos Mendes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031217

CAPÍTULO 18 218

CRESCIMENTO DE BANANEIRAS E BARUEIROS EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Everton Martins Arruda
Leonardo Santos Collier
Rilner Alves Flores
Bruna Bandeira do Nascimento
Leonardo Rodrigues Barros
Risely Ferraz Almeida
Marcos Paulo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.24319031218

CAPÍTULO 19 230

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MAMOEIRO 'THB' EM CAMPO

Karina Tiemi Hassuda dos Santos
Renan Garcia Malikowski
Vinicius de Souza Oliveira
Geraldo Antônio Ferreguetti
Gleyce Pereira Santos
Omar Schmildt
Marcio Paulo Czepak
Edilson Romais Schmildt

DOI 10.22533/at.ed.24319031219

CAPÍTULO 20 235

CRESCIMENTO MICELIAL DE *COLLETOTRICHUM* spp. EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Elisson Felipe Rezende Cano
Marta Sabrina Nimet
Mayco Antonio Batistella
Fabio Mattes Maiorki
Felipe José Gibbert
Márcia de Holanda Nozaki

DOI 10.22533/at.ed.24319031220

CAPÍTULO 21 242

DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO AFETA O METABOLISMO DE NITROGÊNIO E O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Erinaldo Gomes Pereira
Albiane Carvalho Dias
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva
Liliandra Barreto Emídio Gomes
Lorraine Cristina Henrique Almeida
Natália dos Santos Ferreira
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Octávio Vioratti Telles de Moura
Cássia Pereira Coelho Bucher
Carlos Alberto Bucher
Everaldo Zonta
Manlio Silvestre Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.24319031221

CAPÍTULO 22 255

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL PARA MAMOEIRO 'ALIANÇA' EM CAMPO

Omar Schmildt
Karina Tiemi Hassuda dos Santos
Renan Garcia Malikouski
Vinicius de Souza Oliveira
Adriel Lima Nascimento
Gleyce Pereira Santos
Geraldo Antônio Ferreguetti
Edilson Romais Schmildt

DOI 10.22533/at.ed.24319031222

CAPÍTULO 23 261

DINÂMICAS DE USO DA TERRA NA AGRICULTURA FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE RURAL DE TATAJUBA, VISEU-PARÁ

Alasse Oliveira da Silva
Antônio Mariano Gomes da Silva Júnior
Liliane Marques de Sousa
Daiane Pantoja de Souza
Lívia Tálita da Silva Carvalho
Henrique da Silva Barata
Jonathan Braga da Silva
Hiago Marcelo Lima da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031223

CAPÍTULO 24 270

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE CROTALARIA EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA EM SOLO ARENOSO

Everton Martins Arruda
Geyson da Silva Prado
Kevein Ruas de Oliveira
Marcos Paulo dos Santos
Leonardo Rodrigues Barros

DOI 10.22533/at.ed.24319031224

CAPÍTULO 25 282

FREQUÊNCIA DE NEMATOIDES NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Rayane Gabriel Da Silva

Danieli Rayane Gabriel Da Silva Maria

Eduarda Ferreira Nantes

DOI 10.22533/at.ed.24319031225

CAPÍTULO 26 283

GESTÃO DE GASTOS DA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL FAMILIAR PARA MELHORAR O SEU DESEMPENHO ECONÔMICO

Nestor Bremm

Daniela Martinelli

Lauri Aloisio Heckler

DOI 10.22533/at.ed.24319031226

SOBRE A ORGANIZADORA..... 290

ÍNDICE REMISSIVO 291

CARBONO ORGÂNICO AFETADO POR SISTEMAS DE CULTIVO DE LONGA DURAÇÃO

Felipe Camargo de Paula Cardoso

Universidade de Brasília (UNB), Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária
Brasília – Distrito Federal

João de Deus Gomes dos Santos Junior

Embrapa Cerrados
Brasília – Distrito Federal

Eiyti Kato

Universidade de Brasília (UNB), Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária
Brasília – Distrito Federal

Nericlenes Chaves Marcante

Embrapa Cerrados
Brasília – Distrito Federal

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar as alterações promovidas pelos sistemas de preparo direto (PD) e convencional (PC), em experimentos de longa duração e em relação a vegetação do cerrado (CER), nos teores de Carbono orgânico total (COT), Carbono lábil (CL), Carbono não lábil (CNL), Relação CL/COT, Labilidade (L), Índice de Labilidade (IL), Índice de compartimento de carbono (ICC) e Índice de manejo de carbono (IMC). A amostragem do solo foi realizada em experimentos de longa duração que comparam PD e PC com 12 (S12), 15 (S15) e 32 (S32) anos de cultivo. Foi observado aumento no teor de COT, após 32 anos, na superfície do solo

no sistema de PD. No S32, o PC apresentou o maior valor de redução de COT em relação ao CER. O CL reduziu em 65 %, de 0-5 cm, em PC em relação ao CER após 32 anos de cultivo. Após 12 anos, a redução de CL na superfície do solo foi de 52% no PC em relação ao CER. O ICC indica que após 32 anos o PD, em relação ao PC, está contribuindo para o aumento de COT. O IL maior em PD, em relação os PC, indica que o SPD está proporcionando um ambiente menos oxidativo, com maior proteção física da MOS. O aumento dos valores de IMC mostra que o não revolvimento do solo e o aporte de resíduos vegetais nas camadas superficiais contribuíram para aumentar a capacidade de preservação e recuperação dos teores e da qualidade das frações orgânicas no PD em relação ao PC.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, plantio convencional, índice de manejo do carbono

ORGANIC CARBON AFFECTED BY LONG-TERM CROP SYSTEMS

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the changes promoted by no-tillage (NT) and conventional tillage (CT) systems in long - term experiments and in relation to native vegetation of Cerrado (CER), at total organic carbon (TOC), Labile carbon (LC),

non-labile carbon (NLC), LC / TOC ratio, Liability (L), Liability Index (LI), Carbon Compartment Index (CCI) and Carbon Management Index (CMI). Soil sampling was performed in long-term experiments comparing NT and CT, with 12 (S12), 15 (S15) and 32 (S32) years of implantation. It was observed an increase in the TOC content, after 32 years, in the soil surface in the NT system. In S32, the CT had the highest TOC reduction value in relation to the CER. The LC reduced by 65%, from 0-5 cm, in CT to CER after 32 years of agricultural practices. In 12 years, the LC reduction at the soil surface was 52% in the CT in relation to the CER. The CCI indicates that after 32 years the NT, in relation to the CT, is contributing to the increase of TOC. The higher LI in NT, relative to the CT, indicates that the NT is providing a less oxidative environment, with greater physical protection of the SOM. The increase in CMI values shows that the no-tillage and the contribution of vegetal residues in the superficial layers contributed to increase the capacity of preservation and recovery of the contents and the quality of the organic fractions in the NT in relation to CT. **KEYWORDS:** no-tillage, convencional tillage, carbon management index.

1 | INTRODUÇÃO

A região do Cerrado é uma importante fronteira agrícola no Brasil, com uma área de 203,4 milhões de ha (EMBRAPA, 2014), representando 24% do país. Cerca de 80 milhões de hectares, equivalentes a 39% da área total, foram utilizados para fins pecuários e agrícolas (GUARESCHI et al., 2013).

A conversão de áreas nativas do Cerrado em sistemas agrícolas tem provocado, em algumas situações, a degradação de áreas devido a sua exploração inadequada. Normalmente, essa degradação está associada a perdas da matéria orgânica do solo (MOS), que desempenha funções fundamentais para o adequado funcionamento do solo. A importância da MOS em relação às propriedades químicas, físicas e biológicas do solo é amplamente reconhecida (SEGNINI, 2007).

Dentre os sistemas de manejo do solo utilizados para a produção das culturas, têm-se o sistema de plantio convencional (PC), no qual a técnica consiste no revolvimento do solo através de aração e gradagem, ainda é o mais utilizado em todo o mundo (AZIZ et al., 2013) e o plantio direto (PD), que se trata de um sistema de produção conservacionista, fundamentando-se na ausência do preparo do solo, na cobertura permanente da área e na rotação ou sucessão de culturas (HECKLER et al., 2002).

Neste sentido, o sistema de manejo alternativo ao preparo convencional na agricultura pode se tornar relevante no aumento dos teores de carbono orgânico do solo (COS). Porém, resultados de pesquisa não têm sido conclusivos quanto ao acúmulo de C no SPD. Enquanto em alguns trabalhos observaram-se incrementos significativos nos teores de MOS, quando comparados a sistemas convencionais (SÁ et al., 2009; GUARESCHI et al., 2013; ROSSETI et al., 2015), em outros estudos

nenhuma diferença significativa foi observada entre os tratamentos (MARCHÃO et al., 2009; ROSCOE & BUURMAN, 2003). Dessa forma, outros estudos são necessários para entender o acúmulo de C nos sistemas de manejo e as alterações na qualidade deste material ao longo de vários anos.

Relacionando o estoque de carbono (C) nas frações da MOS é possível expressar a qualidade dos sistemas de manejos agrícolas, através do índice de manejo de carbono (IMC), que é o produto entre o índice de estoque de carbono (IEC) e o índice de labilidade de carbono (IL) (BLAIR et al., 1995; DIEKOW et al., 2005; CONCEIÇÃO et al., 2014).

O trabalho tem por objetivo comparar os sistemas de plantio direto e convencional após 12, 15 e 32 anos de manejo quanto aos teores de carbono orgânico total e suas frações oxidáveis nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade, tendo como referência o solo sob vegetação de cerrado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três experimentos com tempos distintos de implantação dos tratamentos na Estação Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa Cerrados) localizada em Planaltina-DF (latitude 15° 36' S; longitude 47° 42', e altitude de 1.014m), em áreas de Latossolo Vermelho argiloso. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Aw com invernos secos e verões chuvosos e períodos de estiagem no período chuvoso. A precipitação média anual é de 1570 mm e temperatura média anual de 21,3 °C. A vegetação original das áreas é o Cerrado sensu stricto. As áreas amostradas localizam-se num raio de 3 km.

O primeiro experimento, Sítio 32 (S32), foi instalado em 1979 em área de solo homogêneo (JANTALIA et al., 2007), com parcelas medindo 1250 m² (25x50 m) sem delineamento experimental. Consta de oito tratamentos, dos quais foram amostrados dois: Plantio Convencional – preparo anual do solo com arado de discos no pré-plantio, à profundidade de 25 cm, no início do período chuvoso (outubro/novembro); Plantio Direto – semeadura direta desde 1980, em área preparada com arado de discos em 1979. Durante os 32 anos de manejo todos os tratamentos foram cultivados com as mesmas culturas, representadas, principalmente, pela rotação soja-milho. Outros detalhes do experimento foram relatados por Figueiredo et al. (2007) e Ferreira (2013).

O segundo experimento, Sítio 15 (S15), foi implantado no ano agrícola 1996/1997 e consiste de uma combinação de sistemas de preparo do solo e rotação de culturas, incluindo semeadura direta e pastagem, com alternância no tempo (FERREIRA, 2013). O delineamento experimental é em blocos completos ao acaso, com três repetições. O experimento possui 16 tratamentos, com parcelas medindo 18x22m, dos quais foram avaliados dois: Plantio Convencional - cultivo contínuo com arado de

discos e monocultura de soja (1996 a 2011); Plantio Direto - semeadura direta sem safrinha (2000 a 2011) precedido por arado de discos nos dois anos iniciais (1996 e 1997) e arado de aivecas nos dois anos seguintes (1998 e 1999), com rotação anual soja/milho (1996 a 2011).

O terceiro experimento, Sítio 12 (S12), foi implantado no ano de 1999 e consiste de uma combinação de sistemas de preparo do solo, plantio direto e convencional, doses e modos de aplicação de calcário em delineamento de blocos completos ao acaso, num total de 12 tratamentos dispostos em parcelas subdivididas. Dois tratamentos foram selecionados: Plantio Convencional – preparo anual do solo com arado de discos na profundidade de 25 cm e plantio direto, com aração e gradagem apenas no primeiro ano. Nos anos agrícolas de 2000 a 2006 foram cultivados respectivamente, soja, milho, soja, milho, milho e milho. De 2006 a 2010, a área ficou em pousio e no ano agrícola de 2010/2011 foi cultivado milho. Duas áreas de vegetação nativa foram selecionadas para representarem o tempo zero dos experimentos de manejo do solo avaliados. Cerrado 1, área referência dos Sítios 32 e 15 e Cerrado 2, área referência do Sítio 12.

Em cada sítio avaliado amostragens de solo foram realizadas em três pontos aleatórios dentro de cada unidade experimental. Em cada ponto, cinco subamostras eram coletadas perpendicularmente a linha de plantio das culturas nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade. Assim, cada unidade experimental em cada profundidade foi representada por uma amostra composta de 15 subamostras. As amostras de solo foram realizadas após a colheita das culturas do ano agrícola 2010/2011.

As análises de carbono total (COT) foram realizadas em um analisador elementar CHNS (modelo PE 2400 Série II CHNS /O, PerkinElmer, Norwalk EUA) utilizando cerca de 20 mg de solo previamente peneirado e homogenizado. O material foi digerido na câmara de combustão fechada a 900°C.

As frações oxidáveis de carbono orgânico foram obtidas através da adaptação do método desenvolvido por Chan et al. (2001).

Amostras de 0,5 g de solo foram acondicionadas em erlenmeyer de 250 mL, onde se adicionaram 10 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol L⁻¹ e quantidades de H_2SO_4 correspondentes às concentrações de 6, 9 e 12 mol L⁻¹. A oxidação foi realizada sem fonte externa de calor e a titulação dos extratos foi feita com uma solução de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0,5 mol L⁻¹, utilizando-se como indicador difenilamina 0,16%. Foram obtidas quatro frações, com graus decrescentes de oxidação do C:

- Fração 1 (F1): C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido de 6 mol L⁻¹ de H_2SO_4 .
- Fração 2 (F2): diferença do C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido com 9 e 6 mol L⁻¹ de H_2SO_4 .
- Fração 3 (F3): diferença do C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido com 12 e 9 mol L⁻¹ de H_2SO_4 .
- Fração 4 (F4): diferença do COT obtido pelo analisador elementar CHNS e o

C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido com 12 mol L^{-1} de H_2SO_4 .

O IMC foi determinado por uma sequência de cálculos adaptados. Diferente de Blair et al. (1995), que consideram como carbono biodisponível o carbono oxidável por uma solução de $0,333 \text{ mol L}^{-1}$ de $KMnO_4$, neste trabalho o teor de C na fração F1 (Chan et al., 2001) foi considerado como carbono lábil (CL) do solo. Essa adaptação também foi realizada por Guareschi et al. (2013) e Oliveira et al. (2017).

O carbono não-lábil (CNL) foi obtido pela soma de F2 + F3 + F4 do método de Chan et al. (2001). A Labilidade (L) é dada por CL/CNL .

Tendo como base as variações nos teores de COT do solo da área de referência (Cerrado nativo) e do solo cultivado sob SPD ou SPC, foram calculados os seguintes índices: índice de compartimento de carbono (ICC) = $COT_{cultivado}/COT_{referência}$, Índice de Labilidade (IL) = $L_{cultivado}/L_{referência}$ e o Índice de Manejo de Carbono (IMC) = $ICC \times IL \times 100$.

Dentro de cada experimento as variáveis-resposta foram submetidas à análise de variância mediante o uso do procedimento GLM do Aplicativo SAS para verificar a significância dos sistemas de manejo avaliados. Os sistemas de manejo PC, PD e Cerrado foram comparados pelo teste t ($P < 0,10$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição do COT no perfil do solo nos sítios S32, S15 e S12, é apresentada na Figura 1A, 1B e 1C, respectivamente.

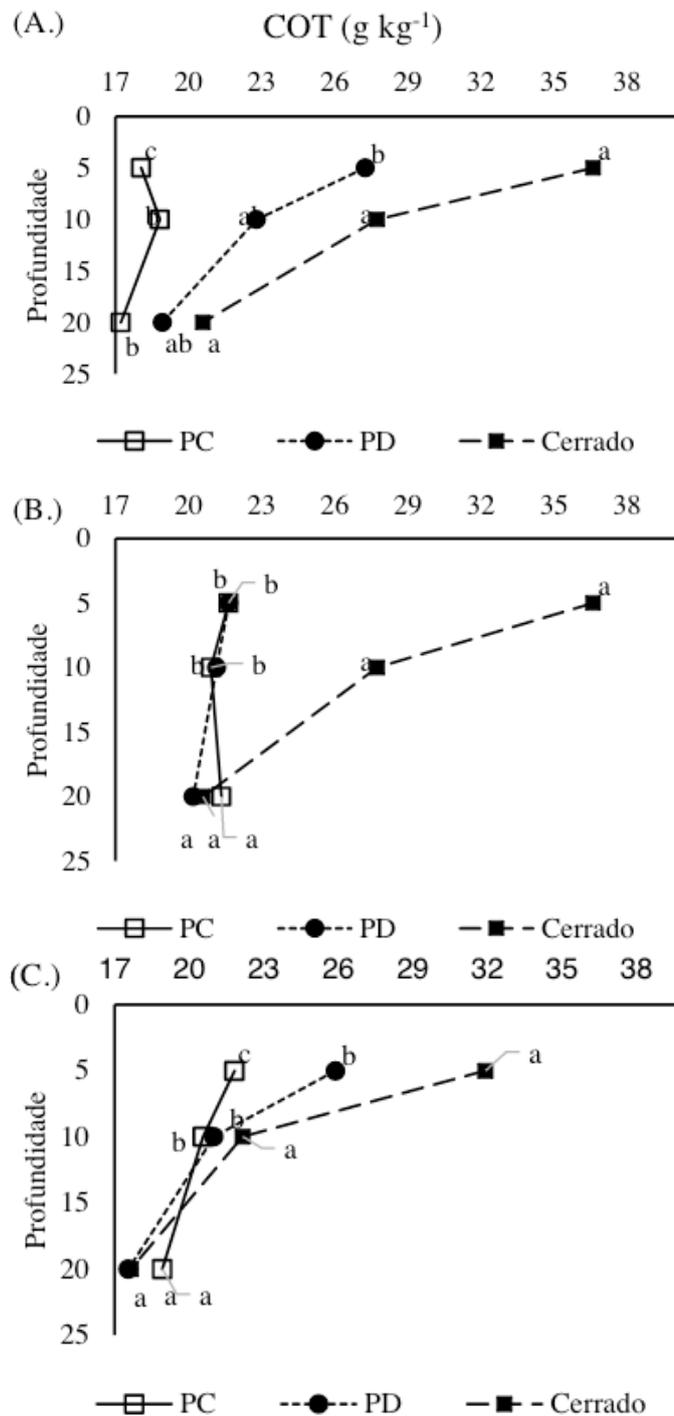


Figura 1. Distribuição do carbono orgânico total (COT) em profundidade de um Latossolo Vermelho argiloso após 32 anos (A.), 15 anos (B.) e 12 anos (C.) de plantio convencional (PC), plantio direto (PD) e sob vegetação de cerrado nativo (CER). Dentro de cada profundidade, médias seguidas por letras minúsculas iguais não são significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Em S32 (Figura 1A) os valores de COT variaram de 17,23 a 36,63 g kg⁻¹, onde o maior valor foi encontrado no CER na profundidade de 0-5 cm e o menor valor no tratamento PC em 10-20 cm.

Em CER e PD, observam-se maiores valores de COT na superfície do solo. Já em PC, há uma maior distribuição do carbono no perfil do solo. Em 0-5 cm, as quantidades de COT foram diferentes, onde CER>PD>PC. Em 5-10 cm, o COT do CER é maior que PC, contudo semelhante ao PD. O PD e o PC não diferem quanto

ao COT. O mesmo comportamento se repete na profundidade de 10-20 cm.

Os teores de COT para CER e PD, em todas as profundidades, são semelhantes aos números encontrados por Ferreira (2013) na mesma área experimental. Porém, para o PC, as quantidades diferem. Realizando amostragens de solo no ano de 2009, Ferreira (2013) obteve, nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, valores de 20,8, 19,9 e 19,5 g kg⁻¹, respectivamente. Neste trabalho, com amostragem de solo em 2011, observou-se uma redução nestes teores para 18,06, 18,83 e 17,23 g kg⁻¹ nas mesmas profundidades.

A distribuição do COT no S32 é semelhante ao apresentado por Sá et. al (2009) em um estudo de longa duração no estado do Paraná. Sá et. al (2009) observaram que, após 23 anos de plantio direto e convencional, as variações de COT ocorrem na camada superficial (0-5 cm) e que PD, PC e CER não diferem quanto ao COT nas camadas mais profundas. Contudo, Sá et al. (2009) relataram valores maiores de COT em PD em relação ao CER, diferente dos dados em S32, que mesmo após 32 anos de plantio direto, a quantidades de COT no PD não atingiram as quantidades no CER. Vale ressaltar que no SPD estudado por Sá et. al (2009) foi realizado um cultivo de verão e um cultivo de inverno.

No Sítio 15 (Figura 1B), os valores de COT variam de 20,2 a 36,63 g kg⁻¹, maior valor em CER (0-5 cm) e menor em PD (10-20 cm). Valores de COT são semelhantes aos encontrados por Ferreira (2013) também nesta área do S15.

Os teores de COT no CER variaram de 36,63 a 20,6 g kg⁻¹, decrescendo gradualmente no intervalo de 0 a 20 cm de profundidade. Nos sistemas de cultivo PD e PC houve decréscimos menos acentuados em profundidade em amplitudes de 21,66 a 20,2 g kg⁻¹ e 21,66 a 21,36 g kg⁻¹, respectivamente, após 15 anos de manejo na aérea.

Na superfície, o valor de COT é maior no CER e PD não difere de PC. O mesmo comportamento é observado em 5-10 cm. De 10-20 cm, os valores nos três tratamentos são semelhantes. Rosset et al. (2016), em estudos para avaliar a qualidade do solo após 14 anos de PD, também só encontraram diferenças entre PD e CER nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, onde o CER apresentou o maior teor de COT. A semelhança entre PD e PC ao longo do perfil do solo é explicada por Carvalho et. al (2009), que indica que os aumentos na MOS em áreas de PD comparados com outros sistemas de manejo levam de 10-15 anos para se tornarem significantes, pois o acúmulo de carbono acontece de forma lenta.

Em S12 (Figura 1C), o maior valor de COT é do CER em 0-5 cm - 31,93 g kg⁻¹ - havendo um decréscimo de COT na profundidade, 22,16 e 17,66 g kg⁻¹. Lembrando que o tratamento CER do S12 é diferente do CER dos sítios S32 e S15. Em PD nota-se uma redução acentuada do COT no perfil do solo enquanto em PC a distribuição é mais uniforme.

Na profundidade de 0-5 cm, o teor de COT é diferente para os três tratamentos, onde o CER>PD>PC, semelhante ao identificado no S32. Contudo, nas profundidades

de 5-10 cm e 10-20 cm, o mesmo comportamento não foi evidenciado. Em 5-10 cm, o teor de COT do CER é maior que os demais tratamentos e PD e PC não diferem.

Apesar de ter 12 anos da implementação, o S12 ficou por 4 anos em pousio. Nota-se uma redução no teor de COT no PC na camada de 0-5 cm e, mesmo que não estatisticamente significativo, um valor maior de COT em PC, comparado ao CER, na profundidade de 10-20 cm. Esta forma de distribuição do C nas profundidades foi relatada por Campos et al. (2013) estudando áreas recém cultivadas, com sistemas de plantio direto e convencional com 5 a 9 anos de implantação. Campos et al. (2013) relatam a inversão do teor de COT nas camadas do solo através da aração na abertura de novas áreas de vegetação nativa nos primeiros anos.

Quando se observa a distribuição do COT no perfil do solo em diferentes sítios com diferentes idades de implementação é possível verificar que os efeitos da conversão do CER em cultivo ocorreram sobretudo nos intervalos de 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade.

Em 0-5 cm, no S32, ocorreram reduções nos teores de COT de 25 e 51% em PD e PC, respectivamente, em relação ao CER. No S15, as reduções foram de 41% tanto em PD quanto em PC. Já no S12, reduziu 18% em PD e 31,6% em PC. Na profundidade de 5-10 cm, a diminuição de COT foi de 18% em PD e 32,2% em PC, no sítio mais antigo (S32). Em S15, diminuiu 23,7% em PD e 24,6% em PC. No S12, reduções menos expressivas, apenas 5% em PD e 7% em PC. Na profundidade de 10-20 cm, a maior redução em relação ao CER foi em S32 e PC, 16,3%. Nos outros sítios, ocorreram variações menos significativas.

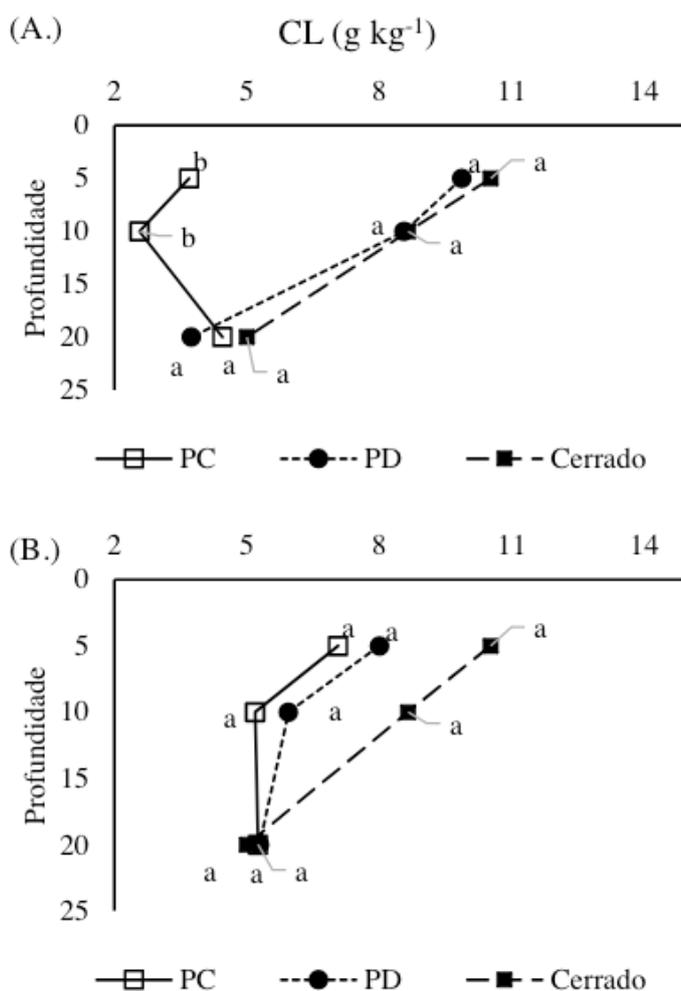
No CER, os maiores teores de COT verificados na camada superficial do solo sugerem maior contribuição do aporte da parte aérea das plantas na forma de serapilheira para a formação da matéria orgânica do solo (MOS) (NARDOTO et al., 2006). Guareschi et al. (2013) também reportam a importância da deposição de serapilheira e da ausência da ação antrópica para o aumento do teor de MO nas áreas de vegetação nativa. Estes estimaram que 10,07 Mg ha⁻¹ de resíduos de planta são depositados na superfície do solo na área de cerrado. Corbeels et al. (2016) estimam uma deposição de carbono de 1,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em um SPC e de 5,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em SPD.

A diminuição dos teores de COT de camadas superficiais decorrente da transformação do Cerrado nativo para sistemas manejados é demonstrada em trabalhos realizados na região (SANTOS, 2010; CUNHA et al., 2012). A diminuição na quantidade de COT em PD e PC é dada pela oxidação da MO reflexo da preparação do solo por aração ou gradagem após abertura da mata nativa no primeiro ano de implementação dos experimentos. Segundo Bayer & Mielniczuk (1999), as perdas da MOS são favorecidas pelo revolvimento do solo e consequente destruição dos agregados, maior fragmentação e incorporação dos resíduos vegetais e diminuição da cobertura do solo. A redução ainda se dá pelo aporte descontínuo de C nas áreas cultivadas, com longos períodos de pousio (período de seca).

Os resultados aqui apresentados ainda indicam que o revolvimento do solo distribui o COT no perfil do solo em PC. Nos sistemas em que o solo é revolvido, a MOS é distribuída por toda a camada arável, o que faz com que os teores de COT em profundidades maiores possam ser semelhantes ou até superiores aos do sistema PD (USSIRI & LAL, 2009). Roscoe & Buurman (2003) ainda apontaram para a alta capacidade protetora dos Latossolos na redução da decomposição da matéria orgânica, mesmo quando submetidos a lavoura convencional. Principalmente, os efeitos de estabilização exercidos sobre a MOS pelo alumínio e oxihidróxidos de ferro em solo tropical.

Após 32 anos, o PC do S32 apresentou os maiores valores de redução do COT em relação a vegetação nativa. As reduções foram de 51% (0-5cm), 32,2% (5-10 cm) e 16,3% (10-20 cm). Esses valores mostram que o fator “tempo” acentua os efeitos do revolvimento do solo e do aporte descontínuo sobre o teor de COT.

A Figura 2 apresenta a distribuição do carbono lábil (CL) no perfil do solo nos três sítios de experimentação.



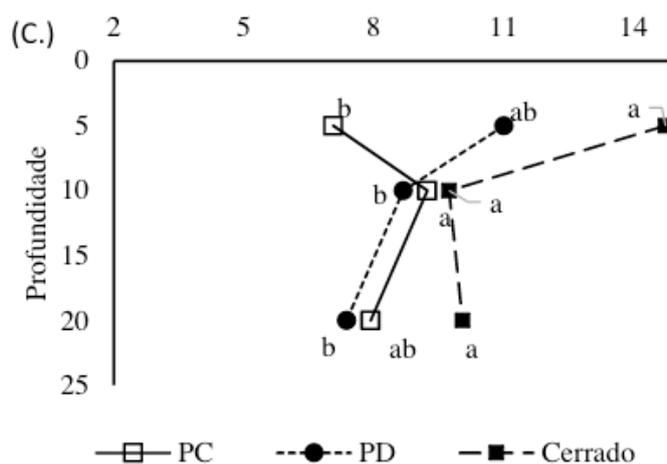


Figura 2. Distribuição do carbono lábil (CL) em profundidade de um Latossolo Vermelho argiloso após 32 anos (A.), 15 anos (B.) e 12 anos (C.) de plantio convencional (PC), plantio direto (PD) e sob vegetação de cerrado nativo (CER). Dentro de cada profundidade, médias seguidas por letras minúsculas iguais não são significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

De modo geral, os valores de CL variam de 3,7 a 14,75 g kg⁻¹. Valores similares ao deste estudo foram encontrados por outros autores (RANGEL et al., 2008; GUARESCHI et al., 2013; MARTINS et al. 2015). As áreas de CER apresentaram valores superiores da fração mais lábil do C.

Observa-se que variações no CL não foram significativas em nenhuma das profundidades no S15 (Figura 2B), contudo, variações na fração mais facilmente oxidável do COT apresentaram comportamentos distintos dados ao tempo de implantação dos sistemas de cultivo. Observando a distribuição do CL no perfil do solo e a sua variação nos diferentes sítios, nota-se que, nos primeiros anos de conversão da vegetação nativa em sistemas de cultivo, em S12 (Figura 2C), o revolvimento do solo no plantio convencional causa inversão do CL, retirando-o da camada superficial e distribuindo nas camadas mais profundas. Com o passar do tempo, em S32 (Figura 2A), os valores de CL no sistema convencional caem dada à oxidação deste material.

Em S32 (Figura 2A), na profundidade de 0-5 cm, os valores de CL variam de 3,7 a 10,53 g kg⁻¹, onde o menor valor foi encontrado no PC e o maior no CER. Isso representa uma redução de aproximadamente 65% do teor de CL (PC em relação ao CER). Ainda nesta profundidade, a quantidade de CL em PD é semelhante ao CER, porém maior que PC. A mesma distribuição é evidenciada na profundidade de 5-10 cm, porém, de 10-20 cm, os valores de CL na vegetação nativa e nos sistemas não se diferenciaram.

Em S12 (Figura 2C), na profundidade de 0-5 cm, o PC apresentou a menor média e foi diferente apenas de CER, uma redução de 52%. Para a profundidade intermediária (5-10 cm), o menor valor de C na fração lábil foi constatado no PD, e os valores de PC e CER são semelhantes. De 10-20 cm, o CL apresenta o menor valor em PD em relação ao CER, contudo não difere de PC. As relações de diferença ou

semelhança encontradas no sítio 12 entre os tratamentos, em todas as profundidades, que tem o menor tempo de conversão do cerrado em áreas de plantio, corroboram com a ideia de que o CL é um indicador prematuro das mudanças que o manejo proporciona no C do solo (CHAN et al., 2001; BARRETO et al., 2011).

Esse padrão de comportamento de maiores valores de CL nas camadas mais superficiais em sistemas sob PD em relação ao PC foi observado por Loss et al. (2010). Isso indica que as práticas de aração e gradagem por longos períodos podem diminuir a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, com impactos diretos nas frações mais facilmente oxidáveis da MOS.

A diferença entre teores de CL no PD e PC, em relação ao CER, também é consequência do aporte descontínuo de C no solo.

Na tabela 1 estão os valores de carbono não lábil (CNL), relação carbono lábil e carbono orgânico total (CL/COT) e labilidade (L).

Sítios	Manejos	CNL (g kg ⁻¹)	CL/COT (%)	L	
0-5 cm					
S32	CER	26,09a	28,25a	0,40a	
	PD	17,38b	35,96ab	0,57ab	
	PC	14,36c	20,52b	0,26b	
	5-10 cm				
	CER	19,10a	31,81a	0,53ab	
	PD	16,25a	37,57a	0,61a	
	PC	14,22a	13,79b	0,16ab	
	10-20 cm				
	CER	15,58a	25,79a	0,32a	
PD	15,14a	23,74a	0,25a		
PC	12,78b	20,05a	0,35a		
0-5 cm					
S15	CER	26,09a	28,25a	0,40a	
	PD	14,59b	36,87a	0,58a	
	PC	13,65b	32,74a	0,50a	
	5-10 cm				
	CER	19,10a	31,81a	0,53a	
	PD	16,14a	25,09a	0,34a	
	PC	14,98a	28,61a	0,41a	
	10-20 cm				
	CER	15,58a	23,74a	0,32a	
PD	14,90a	26,29a	0,35a		
PC	16,11a	24,66a	0,33a		
0-5 cm					

	CER	14,75a	17,17a	1,02a
	PD	11,02ab	14,88a	0,74a
	PC	7,07b	16,69a	0,46a
	5-10 cm			
S12	CER	9,75a	12,41a	0,78a
	PD	8,69b	12,31a	0,71a
	PC	9,25a	11,31a	0,83a
	10-20 cm			
	CER	7,6b	56,9a	1,31a
	PD	10,18ab	42,08b	0,73b
	PC	10,99a	42,07b	0,73b

Tabela 1. Teores de carbono não lábil (CNL) (g kg^{-1}), relação carbono lábil e carbono orgânico total (CL/COT) (%) e labilidade (L) nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm após 32, 15 e 12 anos de plantio direto e convencional e sob vegetação de cerrado nativo em Latossolo Vermelho argiloso.

¹Manejo cerrado nativo (CER), plantio direto (PD) e plantio Convencional (PC)

Em cada sítio, dentro de cada profundidade, médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas não são significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Quando se compara os teores CNL (Tabela 1) nos sistemas de cultivo, em relação ao CER, observa-se que o último apresentou maior teor de CNL na profundidade de 0-5 cm tanto no S32 quanto no S15. Os maiores teores de CNL encontrados no solo sob CER se devem a qualidade dos resíduos adicionados que apresentam maiores proporções de carbono mais resistentes do ponto de vista químico e ainda que em áreas de mata os processos de formação de húmus ocorram de modo mais intenso, a ponto do CNL ser sintetizado a maiores taxas em relação às formas de maior oxidação (RANGEL et al., 2008). Ainda na profundidade de 0-5 cm há uma diferenciação entre PC e PD após 32 anos, com quantidades de CNL maiores em PD. Guareschi et al. (2013) considera o aumento do CNL de grande importância para a estabilidade do SPD, pois o C da fração não lábil apresenta uma ciclagem mais lenta em relação ao C lábil e atua como reservatório de nutrientes e também na estabilização químicas do microagregados.

Na profundidade de 10-20 cm, o teor de CNL em S12 há uma inversão, onde o teor de CNL em PC é maior que no CER. Isso pode ser reflexo da distribuição do CNL no perfil do solo do CER, com teores maiores na superfície ($17,17 \text{ g kg}^{-1}$) e menores na subsuperfície ($7,6 \text{ g kg}^{-1}$). E também como resultado da incorporação de resíduos de culturas no solo pela ação da aração e gradagem (CORBEELS et al., 2016).

Os valores da relação de CL/COT (Tabela 1) revelam que, após longos anos de plantio direto, a relação entre as quantidades CL em relação ao COT é restabelecida nas camadas superficiais. Em S32, nas profundidades 0-5 cm e 5-10 cm, os valores de CER e PD são semelhantes. A relação CL/COT também diferencia PD e PC, indicando a importância do não revolvimento na redução das taxas de oxidação da

MOS.

A labilidade (L) (Tabela 1) estabelece a relação CL/CNL, assim valores maiores que 1 indicam maior quantidade de C na fração lábil. Em S32, de 0-5 cm, a L em PC é menor que CER, porém semelhante ao PD. Já de 5-10 cm, não há diferença estatística entre PD e CER, contudo PD>PC.

Não houve diferença estatística entre os sistemas em nenhuma profundidade do S15. E apenas de 10-20 cm houve diferença no S12, onde a L do CER é maior que PD e PC.

Verifica-se que em todas as profundidades o índice de compartimento de carbono (ICC) foi maior em PD em relação ao PC, no sítio S32 (Figura 3A). O índice de compartimento de carbono (ICC) representa uma medida sensível das mudanças na dinâmica do carbono do solo entre um sistema manejado e um sistema referência sob condições estáveis.

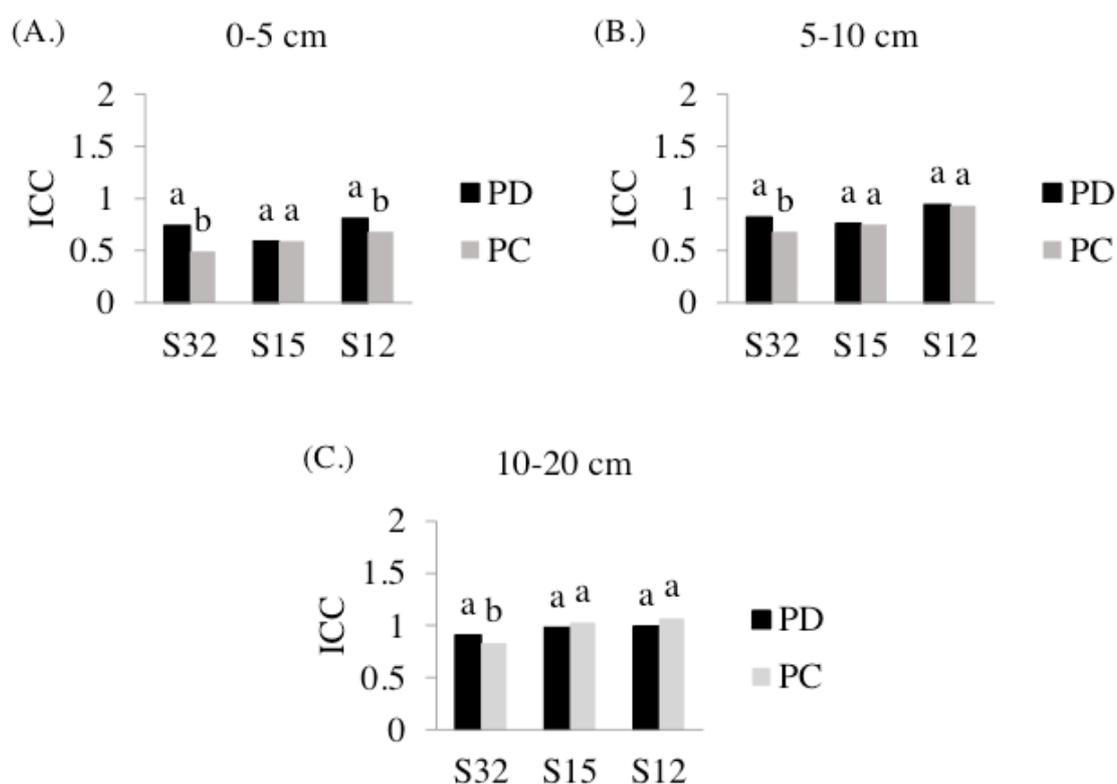


Figura 3. Índice de compartimento de carbono (ICC) em um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) nas profundidades de 0-5 cm (A.), 5-10 cm (B.) e 10-20 cm (C.) após 32 (S32), 15 (S15) e 12 (S12) anos. Na mesma profundidade e dentro do mesmo sítio, médias seguidas por letras minúsculas iguais não significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Os valores superiores de ICC em PD, em relação ao PC, indicam que o sistema de plantio direto, após 32 anos, está contribuindo para um aumento dos teores de COT (Figura 3A). Porém, os valores de ICC, seja em PD ou PC, são todos menores que 1. Demonstrando que mesmo após um longo período, o acúmulo de COT não foi suficiente para restabelecer os valores da vegetação nativa. Portanto, é necessária a

adoção de um manejo voltado para o maior aporte de resíduos orgânicos no sistema como, por exemplo, cultivos em “safrinha”.

No sítio mais novo, S12 (Figura 3A), também há diferença estatística entre teores de ICC de 0-5 cm, onde PD>PC. Isto pode ser muito mais reflexo do não revolvimento do solo em PD, dificultando a redução de COT, do que do efeito do “acúmulo de matéria orgânica ao longo dos anos” como em S32.

Enquanto o índice de compartimento de carbono (ICC) indica alterações nas quantidades COT, o índice de labilidade (IL) indica uma maior ou menor redução, em relação à vegetação nativa, da biodisponibilidade do C (qualidade).

Os valores do IL de um Latossolo Vermelho argiloso manejado após 32, 15 e 12 anos, em diferentes profundidades, estão representados na Figura 4.

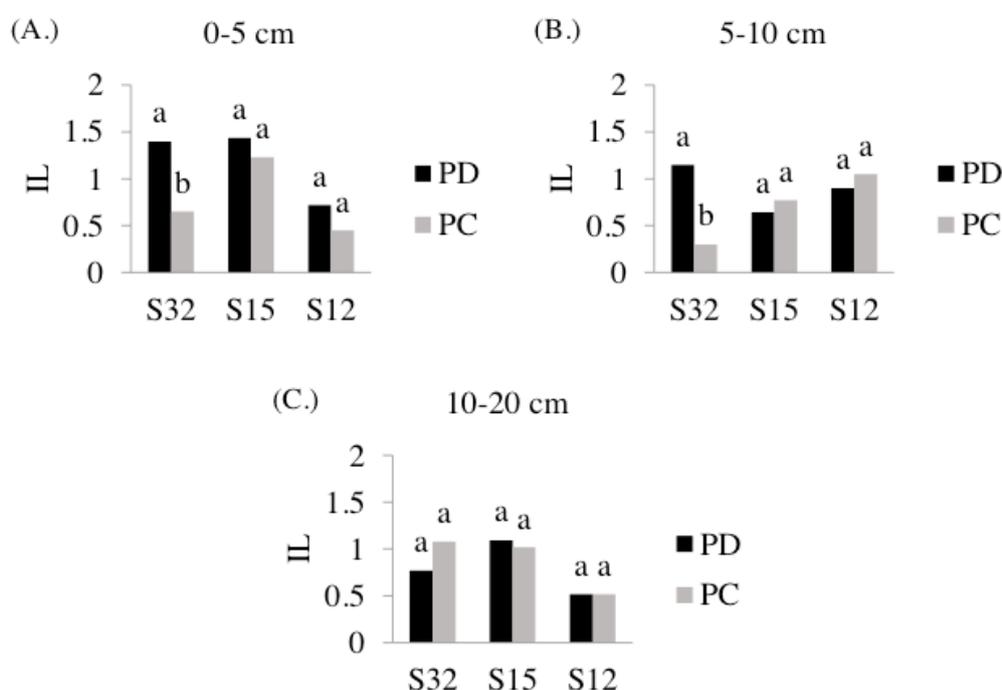


Figura 4. Índice de labilidade (IL) em um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) nas profundidades de 0-5 cm (A), 5-10 cm (B) e 10-20 cm (C) após 32 (S32), 15 (S15) e 12 (S12) anos. Na mesma profundidade e dentro do mesmo sítio, médias seguidas por letras minúsculas iguais não significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Após 32 anos (S32), o PD apresentou maior índice de labilidade (IL) quando comparado ao PC nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm (Figuras 4A e 4B). Este padrão demonstra que o PD está proporcionando um ambiente menos oxidativo, com maior proteção física da MOS, favorecendo uma maior proporção do C lábil em comparação ao C total, aumentando o IL (GUARESCHI et al., 2013).

Na camada mais profunda, a lógica se inverte, onde PC é maior que PD. Isso pode ser consequência do revolvimento do solo. Os outros sítios não apresentaram diferenças nesse índice.

Os efeitos dos sistemas de preparo à quantidade e a qualidade da MOS podem

ser expressos pelo IMC, composto pelo ICC e o IL. Os valores de IMC nos três sítios de experimentação estão apresentados na Figura 5.

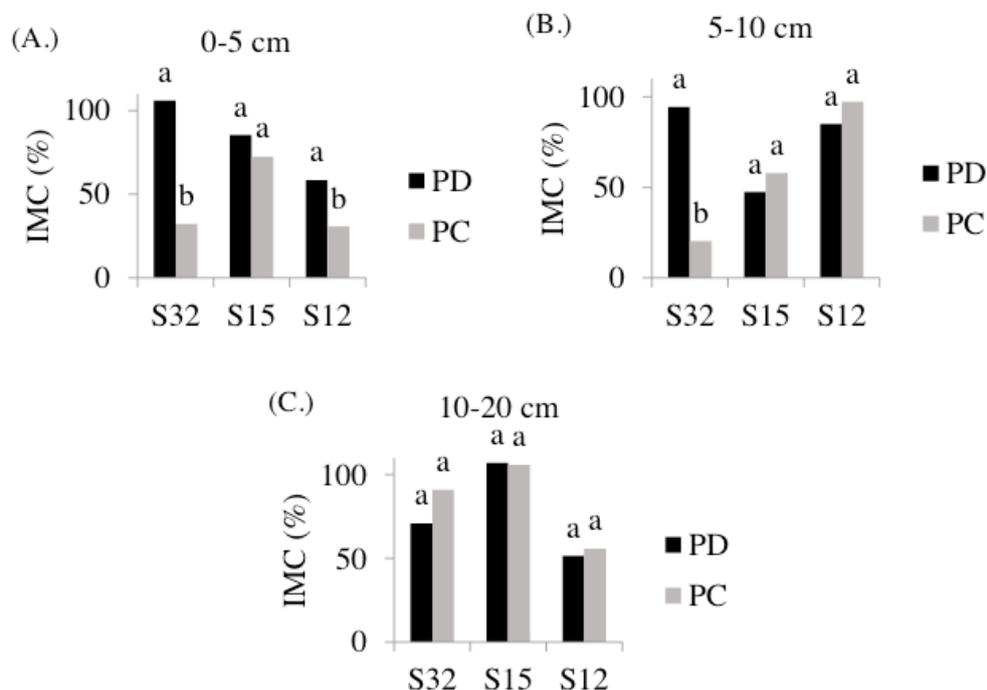


Figura 5. Índice de manejo de carbono (IMC) em um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) nas profundidades de 0-5 cm (A), 5-10 cm (B) e 10-20 cm (C) após 32 (S32), 15 (S15) e 12 (S12) anos. Na mesma profundidade e dentro do mesmo sítio, médias seguidas por letras minúsculas iguais não significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

No sítio S32, os valores de IMC foram estatisticamente significativos nas camadas mais superficiais. Na profundidade de 0-5 cm, o valor de IMC do PD é 69% superior ao do PC. De 5-10 cm, a diferença é ainda maior, 78%. No S12, o IMC do PD também é superior ao PC (0-5 cm), mas representado por uma diferença de 47%. O aumento dos valores de IMC mostra que o não revolvimento do solo e o aporte de resíduos vegetais nas camadas superficiais contribuíram para aumentar a capacidade de preservação e recuperação dos teores e da qualidade das frações orgânicas em relação ao plantio convencional.

Valores de IMC inferiores ao da referência (IMC=100) indicam que o sistema de manejo está promovendo um impacto negativo a MOS. Por outro lado, valores superiores indicam a capacidade do sistema de manejo melhorar a quantidade e a qualidade da MOS e consequentemente a qualidade do solo (BLAIR et al., 1995).

4 | CONCLUSÕES

Após 32 anos, observa-se um acúmulo de COT na superfície do solo no sistema de PD. O PC apresentou o maior percentual de redução de COT em relação ao CER. O CL reduziu em 65 %, de 0-5 cm, em PC em relação ao CER. Com 12 anos,

a redução de CL na superfície do solo foi de 52% no PC em relação ao CER. O ICC indica que após 32 anos o PD, em relação ao PC, está contribuindo para o aumento de COT. Porém, o mesmo índice (ICC) indica que mesmo após longos anos de cultivo, o acúmulo de COT não foi suficiente para restabelecer os valores de COT da vegetação nativa. O IL maior em PD, em relação ao PC, indica que o SPD está proporcionando um ambiente menos oxidativo, com maior proteção física da MOS. O aumento dos valores de IMC mostra que o não revolvimento do solo e o aporte de resíduos vegetais nas camadas superficiais contribuíram para aumentar a capacidade de preservação e recuperação dos teores e da qualidade das frações orgânicas no SPD em relação ao plantio convencional.

REFERÊNCIAS

- AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K. R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. **Soil & Tillage Research**, v. 131, p. 28-35, 2013.
- BARRETO, P.A.B.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMARODRIGUES, A.C.; FONTES, A.G.; POLIDORO, J.C.; MOCO, M.K.S.; MACHADO, R.C.R.; BALIGAR, V.C. Distribution of oxidizable organic C fractions in soils under cacao agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.81, p.213-220, 2011.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A; CAMARGO, F A O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Genesis**, 1999. p. 9-26.
- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B.; LISLE, L., Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research** 46: 1459-1466, 1995.
- CAMPOS, L.P., LEITE, L.F.C., MACIEL, G.A., BRASIL, E.L., IWATA, B.D.F. Stocks and fractions of organic carbon in an Oxisol under different management systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 304-312, 2013.
- CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICOLLO, M.C.; GODINHO, V.P.; CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Research**, 103:342-349, 2009.
- CHAN, K.Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture ley. **Soil Science** 166: 61-67, 2001.
- CONCEIÇÃO, P. C, BAYER, C., DIECKOW, J., SANTOS, D. C. Fracionamento físico da matéria orgânica e índice de manejo de carbono de um Argissolo submetido a sistemas conservacionistas de manejo. **Ciência Rural** v.44:794-800, 2014.
- CORBEELS, M., MARCHÃO, R.L., SIQUEIRA NETO, M., FERREIRA, E.G., Madari, B.E., SCOPEL, E., BRITO, O.R.,. Evidence of limited carbon sequestration in soils under no-tillage systems in the Cerrado of Brazil. **Nature Communications** Rep. 6:21450, 2016.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 16:56–63, 2012.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P. KNABNER, I.K. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. **Plant and Soil**, v. 268, n.1. p. 319-328, 2005.

EMBRAPA. Embrapa mapeia degradação das pastagens do Cerrado. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2361250/embrapa-mapeia-degradacao-das-pastagens-docerrado>>, 2014.

FERREIRA, E.A.B. Dinâmica de longo prazo do carbono do solo em sistemas de manejo no Cerrado. **Tese**. Universidade de Brasília: Instituto de Ciências Biológicas. 235p. 2013.

FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; FERREIRA, E.A.B.; RAMOS, M.L.G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:551-562, 2007.

GUARESCHI, R.F; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Oxidizable carbono fractions in Red Latosol under different management systems. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n.2, p. 242-250, 2013.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. Palha: Fundamento do sistema plantio direto. In: HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. (Org). **7º Coleção sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa-CPAO, 2002. p. 1- 25. (7 Coleção plantio direto).

JANTALIA, C.P.; RESCK, D.V.S.; ALVES, B.R.J.; ZOTARELLI, L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Tillage effect on C stocks of a clayey Oxisol under a soybean-based crop rotation in the Brazilian Cerrado region. **Soil Tillage Research**., 95:97-109, 2007.

LOSS, A.; MORAES, A.G.L.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.M.R. & ANJOS, L.H.C. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. **Comunicata Scientiae**, 1:57-64, 2010.

MARCHÃO, R.L., BECQUER, T., BRUNET, D., BALBINO, L.C., VILELA, L., BROSSARD, M. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop-livestock management systems. **Soil Tillage Research**. 103, 442–450, 2009.

MARTINS, C.M., COSTA, L.M., SCHAEFER, C.E.G.R., SOARES, E.M.B., SANTOS, S. R. Frações da matéria orgânica em solos sob formações decíduais no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró , v. 28, n. 4, p. 10-20, Dec. 2015.

NARDOTO, G. B.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PINTO, A. S.; KLINK, C. A. Nutrient use efficiency at ecosystem and species level in savanna areas of Central Brazil and impacts of fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n. 2, 2006, p. 191-201.

OLIVEIRA, D. M. da S., PAUSTIAN, K., COTRUFO, M. F., FIALLOS, A. R., CERQUEIRA, A. G., CERRI, C. E. P., Assessing labile organic carbon in soils undergoing land use change in Brazil: A comparison of approaches, **Ecological Indicators**, Volume 72, 411-419, 2017.

RANGEL, O.J.P., SILVA, C.A., GUIMARÃES, P.T.G., GUILHERME, L.R.G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Ciência e Agrotecnologia** 32: 429-437, 2008.

ROSCOE, R., BUURMAN, P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a **Cerrado Oxisol**. **Soil Tillage Research**. 70, 107–119, 2003.

ROSSET, J.S.; LANA, M.C.; PEREIRA, M.G.; SCHIAVO, J.A.; RAMPIM, L.; SARTO, M.V.M. Frações químicas e oxidáveis da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília , v. 51, n. 9, p. 1529-1538, 2016.

ROSSETTI, K.V.; CENTURION, J. F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 252-258, 2015.

SÁ, J. C.M.; CERRI, C.C; LAL, R; DICK, W.A; PICCOLO, M.C; FEIGL, B.E. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage Research**, v.104, p.56-64, 2009.

SANTOS, J. B. Carbono e nitrogênio em classes de solos com diferentes texturas e tempo de adoção do sistema plantio direto - espacialização e contribuição do sistema. **Tese de doutorado** em produção vegetal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 145p., 2010.

SEGNINI, A. Estrutura e estabilidade da matéria orgânica em áreas com potencial de seqüestro de carbono no solo. 2007. 131f. **Tese** (Doutorado) - Universidade de São Paulo – Instituto de Química de São Carlos, São Paulo.

USSIRI, D.A.N.; LAL, R. Long-term tillage effects on soil carbon storage and carbon dioxide emissions in continuous corn cropping system from an Alfisol in Ohio. **Soil and Tillage Research**, v.104, p.39-47, 2009.

SOBRE A ORGANIZADORA

DIOCLÉA ALMEIDA SEABRA SILVA - Possui Graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, atualmente Universidade Federal Rural da Amazônia (1998), especialização em agricultura familiar e desenvolvimento sustentável pela Universidade Federal do Pará – UFPA (2001); mestrado em Solos e Nutrição de Plantas (2007) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2014). Atualmente é professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, no Campus de Capanema - PA. Tem experiência agricultura familiar e desenvolvimento sustentável, solos e nutrição de plantas, cultivos amazônicos e manejo e produção florestal, além de armazenamento de grãos. Atua na área de ensino de nos cursos de licenciatura em biologia, bacharelado em biologia e agronomia. Atualmente faz mestrado e especialização em educação, na área de tutoria à distância.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açúcares solúveis 89, 90, 91, 93, 94, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252, 253
Adaptabilidade 101
Administração 1, 14, 285, 289
Agricultura 6, 16, 17, 20, 21, 22, 42, 47, 48, 65, 66, 74, 86, 98, 113, 114, 122, 123, 161, 176, 194, 200, 201, 213, 216, 234, 236, 240, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 268, 269, 271, 281, 283, 285, 290
Agricultura familiar 16, 17, 20, 200, 213, 216, 261, 262, 263, 264, 265, 268, 269, 283, 290
Aminoácidos 89, 90, 91, 93, 94, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252
Amônio 52, 61, 62, 89, 93, 94, 97, 98, 222, 243, 248, 249, 251, 252
Análise 4, 15, 16, 17, 24, 27, 28, 36, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 53, 56, 57, 58, 63, 64, 68, 74, 77, 86, 92, 96, 97, 101, 104, 112, 116, 124, 136, 138, 139, 168, 172, 179, 195, 204, 208, 210, 216, 221, 223, 235, 238, 240, 241, 246, 248, 249, 257, 272, 274, 285, 286, 288, 289
Animal welfare 147, 148, 150, 151, 155, 156, 157, 158, 159, 161
Autonomia 24, 31, 34

B

Bananeiras 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229
Barueiro 226
Beef quality 147
Bradyrhizobium 50, 51, 53, 63, 64, 65

C

Capim massai 218, 223, 224, 225, 226, 228
Carica papaya 230, 231, 234, 255, 256
Classificação de terras 100, 112
Compostos bioativos 134
Contaminação 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 214, 215, 216
Cultivo sustentável 113
Curva de crescimento 230, 231, 233

D

Declínio 15, 16, 18, 21, 104, 119
Dinâmica 22, 46, 187, 190, 191, 261, 262, 263, 264, 268, 288

E

Enxertia 124, 126, 133
Épocas de avaliação 230, 258
Eucalyptus 75, 77, 78, 85, 86, 87
Experimentação agrícola 113

F

Filogeografia 36, 39

Forrageira 164, 165, 174

Fósforo 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 170, 171, 245, 246, 248

Fungo 193, 194, 195, 196, 235, 236, 237, 238, 239, 240

G

Gerenciamento 283

Germination test 68, 79

Grass-based 147, 152, 154, 155

I

Índice de manejo do carbono 175

Inhibition 77, 82, 84, 85, 174

Inoculação 50, 65, 164, 166, 168, 169, 171, 172, 238, 239, 240

Intercropping 77, 86

L

Lavoura temporária 16, 17, 267

Leguminosas 51, 225, 229, 270, 271

M

Mapa de solos 100, 111

Marketing 147, 148, 150, 151, 155, 157, 158, 159, 160

Mistura 25, 31, 53, 193, 194, 195, 196

Moringa oleífera 77, 87, 254

N

Nitrato 50, 51, 53, 89, 91, 93, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252

Nitrogenase 50, 51

Nitrogênio 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 66, 88, 89, 92, 93, 94, 96, 97, 133, 170, 171, 173, 191, 192, 229, 242, 244, 245, 246, 248, 252, 253, 271

P

Palhada 222, 224, 228, 270, 271, 273, 275, 276, 277, 278, 279

PGPR 164, 165, 167

Planejamento 1, 3, 6, 13, 23, 101, 112, 114, 255, 284

Planejamento experimental 255

Plantas de cobertura 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 270, 271, 272, 275, 276, 278, 279, 280

Plantas medicinais 24, 25, 26, 28, 30, 31, 33, 34, 87, 134, 139

Plantio convencional 175, 176, 177, 178, 180, 184, 187, 188, 189, 190, 208, 212

Plantio direto 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 221, 229, 270, 272, 279, 280

Plants 24, 51, 67, 68, 69, 81, 85, 89, 98, 113, 125, 135, 145, 173, 196, 219, 228, 230, 231, 243, 253, 254, 256, 271

Potássio 53, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 133, 222, 229, 246, 248, 273

Produtividade 1, 2, 12, 13, 16, 17, 20, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 107, 113, 114, 118, 119, 120, 121, 124, 130, 132, 165, 166, 200, 212, 222, 223, 224, 236, 256, 263, 285

Q

Qualidade 1, 12, 13, 20, 22, 24, 25, 26, 29, 31, 33, 34, 90, 102, 113, 114, 121, 122, 123, 127, 129, 131, 132, 134, 135, 144, 175, 177, 181, 186, 188, 189, 190, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 228, 229, 231, 234, 239, 256

Qualidade sanitária 197, 199, 201

R

Redutase do nitrato 50, 51

Rendimento 16, 17, 19, 20, 50, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 105, 114, 120, 206, 240, 280, 283

S

Sanitary quality 198, 199

Saúde 14, 16, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 87, 125, 197, 198, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 216

Secagem 12, 87, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Soja 2, 50, 51, 56, 57, 58, 59, 64, 65, 66, 74, 177, 178, 278, 279, 283, 284, 287, 288

Sorotipo A 42

Substrato 77, 126, 235, 280

Sustentabilidade 1, 23, 260, 265

T

Técnicas agroecológicas 113

U

Uruguay 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 161, 162

V

Variabilidade genética 44

Vegetais 22, 26, 30, 90, 137, 175, 182, 189, 190, 197, 199, 200, 202, 205, 206, 207, 211, 216, 219, 220, 237, 274

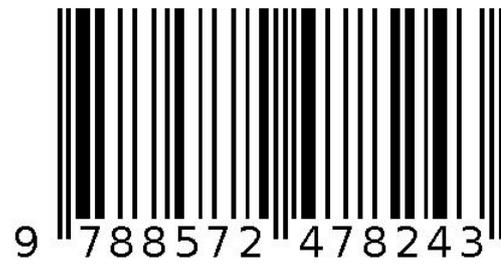
Vegetation 175, 198, 199, 219

Viabilidade econômica 113, 114, 115

Z

Zea mays 71, 236, 280

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-824-3



9 788572 478243