



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

NOELY RAIANA DA COSTA CHAGAS

**CARBONO ORGÂNICO TOTAL, LÁBIL E ÍNDICE DE MANEJO DE
CARBONO EM SOLOS SOB FRUTÍFERAS PERENES NO SEMIÁRIDO
POTIGUAR**

MOSSORÓ - RN

2024

NOELY RAIANA DA COSTA CHAGAS

**CARBONO ORGÂNICO TOTAL, LÁBIL E ÍNDICE DE MANEJO DE
CARBONO EM SOLOS SOB FRUTÍFERAS PERENES NO SEMIÁRIDO
POTIGUAR**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof^a Dra. Eulene Francisco da Silva – UFERSA

MOSSORÓ - RN

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Cchag asc Chagas, Noely Raiana da Costa Chagas.
Carbono orgânico total, lábil e índice de manejo
de carbono em solos sob frutíferas perenes no
semiárido potiguar. / Noely Raiana da Costa
Chagas Chagas. - 2024.
28 f. : il.

Orientador: Eulene Francisco da Silva Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. Matéria orgânica do solo. 2. Fruticultura
irrigada. 3. Manejo do solo. I. Silva, Eulene
Francisco da Silva, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e SilvaARB:
15/120

serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

**CARBONO ORGÂNICO TOTAL, LÁBIL E ÍNDICE DE MANEJO DE
CARBONO EM SOLOS SOB FRUTÍFERAS PERENES NO SEMIÁRIDO
POTIGUAR**

Monografia apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido (UFERSA), como exigência
final para obtenção do título de
bacharelado em Engenharia
Agrônômica.

DATA DA DEFESA: 24 de outubro de 2024

BANCA EXAMINADORA

D.Sc. Eulene Francisco da Silva
(Orientadora – Professora UFERSA)

M.Sc. Francisco Éder Rodrigues de Oliveira
(Membro)

Eng. Agrônomo João Luiz Lima
(Membro)

Eng.^a Florestal Ramona Rodrigues Amaro de Oliveira
(Membro)

*“Dedico aos meus pais e amigos que
sempre estiveram do meu lado em
todos os momentos”.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me guiado e cuidado de tudo até este momento, por ter me dado forças para nunca desistir, e por ter colocado em minha vida pessoas que me ajudaram ao longo desta caminhada.

Agradeço aos meus pais por sempre me incentivarem a lutar e sempre seguir em frente, onde nunca medirem esforços para me ajudar. Obrigada por toda educação que me deram, pelo carinho, compreensão, incentivo e por serem exemplos de força e coragem.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a, Eulene Francisco da Silva por transmitir seu conhecimento e incentivo que possibilitou a concretização deste trabalho perante aos desafios.

Aos meus companheiros de laboratório que sempre me ajudaram nas coletas e nas análises, sem eles tudo seria impossível, Éder Rodrigues, Yara Almeida, João Luiz, Ramona Amaro, Paulo Ricardo, Alessandra Nunes, Hiago Gurgel, Ayslan Fernandes, Pedro Lucas, Pedro Victor, Cirley Lemos, Erlen Kaline, Marx Cunha, Andler Milton. Vocês foram essenciais para a conclusão deste trabalho, sou imensamente grata por toda ajuda.

Ao meu namorado que sempre esteve do meu lado, me incentivando e dando forças para chegar ao final dessa caminhada.

Agradecer a minha parceira inseparável Roseane Rodrigues, que foi sempre quem esteve do meu lado nos momentos que mais precisei, sempre dando os melhores conselhos.

Aos meus amigos e companheiros de estudos Francisco Adimael, André Luiz, Joyce Fernandes, Mikael Sousa que sempre esteve comigo ao longo dessa jornada.

Agradecer aos professores que colaboraram com a minha formação e a minha preparação.

Agradeço à UFERSA por toda a colaboração e por todo o suporte que nos traz.

Agradeço à mim mesma por ter conseguido superar todos os obstáculos para estar hoje agradecendo por ter chegado ao fim de mais um ciclo, pois não foi fácil.

“O Senhor é o Deus eterno, o Criador de toda a terra. Ele não se cansa nem fica exausto; sua sabedoria é insondável. Ele fortalece o cansado e dá grande vigor ao que está sem forças. Até os jovens se cansam e ficam exaustos, e os moços tropeçam e caem; mas aqueles que esperam no Senhor renovam as suas forças. Voam alto como águias; correm e não ficam exaustos, andam e não se cansam. ” (Is, 40, 28 - 31)

RESUMO

O cultivo de plantas perenes desempenha um papel fundamental na região semiárida, sendo uma técnica para o desenvolvimento socioeconômico. O estudo tem como objetivo analisar o Carbono Orgânico Total (COT), o Carbono Lável (CL) e o Índice de Manejo de Carbono (IMC) em culturas perenes. A pesquisa foi realizada no pomar didático localizado na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e foram coletadas amostras no período seco e chuvoso. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, sendo apresentadas as médias e os relativos erros padrão. No solo sob mata nativa, independente da camada de 0-10 cm ou 10-20 cm, os teores de COT foram maiores no período chuvoso, com os valores bem próximos na camada de 0-10cm. O carbono lábil foi maior na mata nativa, sendo 0-10 cm maior no período chuvoso e 10-20 cm maior no período seco. A cultura da goiaba e mamão (0-10 cm) e banana (10-20 cm) também foram maiores no período chuvoso, de modo geral, com exceção do mamão (0-10 cm) e, banana e pêra (10-20 cm) a maioria das frutíferas tiveram maiores índices de manejo de carbono no período chuvoso. O IMC que tem a relação entre o CL e o COT, reflete diretamente a intensificação dos processos de ciclagem de nutrientes, resultando em um índice mais elevado. O uso do IMC em áreas do semiárido também tem sido associado à promoção de sequestro de carbono e à mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Observou-se uma variação sazonal no Índice de Manejo de Carbono, sendo este maior no período chuvoso, em função da intensificação dos processos biológicos e químicos que ocorrem no solo sob condições com maior umidade.

Palavras Chave: Matéria orgânica do solo, Fruticultura irrigada, Manejo do solo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Teores de carbono orgânico total no período seco e chuvoso nos solos sob mata nativa (caatinga) e frutíferas perenes (GO-goiaba, MAM-mamão, SER-seriguela, BAN-banana, PER-pêra), em Mossoró-RN.....	20
Figura 2. Teores de carbono lábil no período seco e chuvoso nos solos sob mata nativa (caatinga) e frutíferas perenes (GO-goiaba, MAM-mamão, SER-seriguela, BAN-banana, PER-pêra), em Mossoró-RN.....	21
Figura 3. Índice de manejo de carbono (IMC) período seco e chuvoso nos solos sob mata nativa (caatinga) e frutíferas perenes (GO-goiaba, MAM-mamão, SER-seriguela, BAN-banana, PER-pêra), em Mossoró-RN.....	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Fruticultura com plantas perenes no Semiárido brasileiro	13
2.2. Matéria orgânica do solo, fração lábil e índice de manejo de carbono com ênfase no semiárido	15
3.OBJETIVOS	17
3.1 Objetivos Gerais	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Área de estudo	17
4.2. Análises químicas realizadas	18
4.3 Índice de manejo de carbono.....	18
4.4 Análises estatísticas	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura perene desempenha um papel fundamental na região semiárida brasileira, representando uma importante estratégia de desenvolvimento socioeconômico. Com destaque especialmente para culturas como manga, uva, acerola, coco e goiaba, que possuem grande valor comercial tanto no mercado interno quanto externo. A fruticultura perene gera uma significativa contribuição para o aumento da renda das famílias rurais, além de estimular a geração de empregos, o que é essencial para a fixação de populações em áreas semiáridas (SILVA et al., 2016; SANTOS et al. 2021). A comercialização de frutas de alta qualidade, muitas vezes voltadas para a exportação, também fortalece as cadeias produtivas locais e contribui para o desenvolvimento regional. Nos últimos anos, os sistemas de cultivo conservacionistas têm demonstrado ser eficazes para potencializar os benefícios dessa atividade até mesmo com novos plantios de culturas como mamão, banana e pera tem sido opções de viabilidade a longo prazo.

A matéria orgânica do solo (MOS) é um componente essencial para a sustentabilidade agrícola, especialmente em regiões de clima semiárido, pois desempenha papéis críticos na melhoria da fertilidade do solo, no aumento da capacidade de retenção de água e na promoção da biodiversidade do solo, tornando-se fundamental em práticas agrícolas sustentáveis (OKOLO et al., 2020). Mas nas condições do semiárido brasileiro, caracterizado por altas temperaturas, baixa pluviosidade e baixa produção de biomassa, o acúmulo de MOS é limitado, mesmo em condições naturais (SANTOS et al., 2019), por isso, o equilíbrio torna-se tão importante.

O solo tem um papel essencial no equilíbrio do ciclo global do carbono, geralmente como um sumidouro ou fonte de carbono, dependendo das práticas de manejo (LAL, 2004; ZHANG et al., 2021). Analisando fruticulturas perenes no semiárido Sharma et al. (2021) verificaram que estas plantas influenciaram mais substancialmente o sequestro de C do que as culturas de frutas decíduas, o que conseqüentemente amenizou os impactos negativos das mudanças climáticas. Entretanto, na maioria das vezes, pequenas mudanças no COS, apesar de importantes, podem não ser facilmente detectáveis, e tendo em vista o grande contexto do reservatório recalcitrante de C no solo, como as substâncias húmicas (ZHANG et al., 2021), propõe-se o estudo de frações mais detectáveis no curto prazo como carbono lábil, ao mesmo tempo que se analisa o COT e o índice de manejo de carbono.

O carbono orgânico lábil (CL) é uma fração do COS, geralmente incluindo carbono orgânico dissolvido, carbono da biomassa microbiana, carbono orgânico particulado e carbono

oxidável por permanganato de potássio (ZHANG et al., 2021). Este compartimento refere-se à fração da MOS que é facilmente decomposta pelos microrganismos, sendo uma importante fonte de energia para o metabolismo microbiano, a qual inclui compostos orgânicos de curta duração, como açúcares, aminoácidos e outros compostos de baixa massa molecular (SANTOS et al., 2019; BONGIORNO et al., 2019). A fração de carbono lábil é um dos indicadores mais confiáveis usados para avaliação da saúde do solo, incluindo a avaliação dos impactos de curto e longo prazo do manejo do solo (HURISSO et al., 2016; RAMIREZ et al., 2020)

Outra ferramenta de análise de carbono no solo é índice de manejo de carbono (IMC) a qual é frequentemente usado para avaliar o estado e a taxa de mudanças no C do solo de agroecossistemas. O IMC oferece uma medida integrada da quantidade e da qualidade do carbono orgânico do solo. Ao contrário de uma única medida, como a concentração total de carbono COS em resposta às práticas de gestão do solo, foi sugerido o IMC como uma técnica útil para avaliar a fertilidade do solo (MURINDANGABO et al., 2023). Valores mais altos de IMC significam melhor acúmulo de carbono no solo, enquanto valores mais baixos indicam degradação de carbono (BLAIR et al., 1995). No contexto das mudanças climáticas, o carbono lábil também desempenha um papel na mitigação de emissões de gases de efeito estufa, além disso, solos com maior IMC têm maior capacidade de sequestro de carbono, contribuindo para a redução de CO₂ atmosférico, conforme descrito por Liu et al. (2023). Assim, o objetivo deste trabalho é analisar o carbono orgânico total, carbono lábil e índice de manejo de carbono em solos sob fruticultura perene no semiárido potiguar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fruticultura com plantas perenes no Semiárido brasileiro

A fruticultura vem ocupando um espaço muito promissor no Brasil, destacando-se no mercado internacional, garantindo exportações e geração de renda. O Brasil está entre um dos maiores produtores mundiais, produzindo aproximadamente 40 milhões de toneladas anualmente, graças às diversas tecnologias existentes no País e às boas condições climáticas, sendo possível produzir o ano inteiro (DECICINO, 2016).

Na região semiárida do Nordeste Brasileiro, apesar da escassez hídricas e das condições climáticas, a fruticultura desempenha um papel de grande importância na economia e na sociedade, atingindo cerca de 27% da produção nacional, com destaque para goiaba (*Psidium guajava* L.) e o mamão (*Carica papaya* L.). Essas duas culturas são frutíferas fundamentais tanto para o abastecimento do mercado interno, quanto para a exportação, contribuindo para a geração de emprego e renda na região (FAO, 2016).

A goiaba pertencente à família *Myrtaceae* é conhecida por ser uma planta rústica, de alta tolerância à acidez e fácil adaptação em solos com baixas reservas de nutrientes, utilizando-se de fertilizantes apenas para o aumento da produtividade (QUINTAL et al., 2017). Se destaca por seu agradável aroma e sabor peculiar e devido aos seus muitos usos, tanto no consumo in natura como em sua forma industrializada, como sucos, néctar, polpas e geleias. O Brasil é terceiro maior produtor na cultura em todo o mundo, com uma área total é de 20.294 ha, gerando uma produtividade média de frutos de 26.402 kg/ha por ano (IBGE, 2021; FAOSTATOS, 2021; 2017; KADAM et al., 2012).

A produção média de goiaba no Nordeste varia conforme o estado, mas em geral, a produtividade na região gira em torno de 20 a 30 ton/ha (IBGE, 2024). No RN a produção de goiaba é menor em relação a outros estados nordestinos, mas ainda significativa para o mercado local. A produtividade no estado é um pouco abaixo da média regional, ficando próxima de 15 a 20 ton/ha (IBGE, 2024). Ainda sobre a região Nordeste, o cultivo da goiabeira é realizado principalmente por pequenos agricultores, sendo considerado como uma cultura de alta rentabilidade, onde a lucratividade é influenciada por vários fatores, entre eles a alta demanda no consumo in natura na mesa dos brasileiros.

Outra cultura que tem grande importância na fruticultura brasileira é o mamoeiro (*Carica papaya* L.), que pertence à família *Caricaceae*. O Brasil é o segundo maior produtor do mundo desta fruta com produção de 1.107.761 milhões de toneladas em áreas que somam 26.431 mil hectares, gerando assim uma renda de produção estimado em aproximadamente R\$ 2 bilhões

em 2022 (IBGE, 2022). O Nordeste é um dos principais produtos regionais de mamão no Brasil, com destaque para os estados da Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará. Esta região possui condições edafoclimáticas desenvolvidas para o cultivo do mamão, como abundância de luz solar, temperaturas elevadas e solos férteis em algumas áreas irrigadas (EMBRAPA, 2020).

A bananeira (*Musa spp*) é pertencente à família *Musaceae*, e é uma das frutas de maior importância para o Brasil, tendo em vista o seu potencial produtivo e econômico, devido a sua alta demanda mundial, no qual o país alcança o ranking de quarto maior produtor mundial (FAOSTATA, 2015) com uma renda de aproximadamente 12 milhões de reais (IBGE, 2022). Segundo o IBGE (2024) a produção total de banana no Brasil em 2024 foi estimada em 6,9 milhões de toneladas. Por ser ricas em minerais como potássio, magnésio e fósforo esta fruta faz parte da maioria das mesas das famílias brasileiras (SIDHU & ZAFAR, 2018). A região Nordeste é uma das principais produtoras de banana no Brasil, representando cerca de 35,1% da produção nacional. Em termos de quantidade, isso equivale a aproximadamente 2,41 milhões de toneladas (IBGE, 2022).

A cultura da banana é uma das atividades agrícolas com uma grande importância na fruticultura da região Nordeste, destacando-se especialmente os estados do Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, ocorrendo principalmente em fruticulturas irrigadas. Como esta cultura é bem adaptada às condições climáticas do semiárido, é possível obter altas produtividades e boa qualidade dos frutos e seu destino é tanto mercado interno e externo (KIST, 2021). A banana é cultivada por pequenos e médios agricultores, muitas vezes em regime de agricultura familiar, gerando renda e garantindo a subsistência de milhares de famílias (EMBRAPA, 2020).

A seriguela (*Spondias purpurea* L.) pertence à família *Anacardiaceae*, é uma planta originária da América Central e pode ser encontrada em vários países da América do Sul (MILLER & SCHAAL, 2005). É uma planta adaptada ao clima tropical e está distribuída em todas as regiões do país. Na região Nordeste a fruta é bastante desenvolvida pois o clima é ideal para o desenvolvimento da cultura (BARBOSA, 2020). A seriguela é uma fruta típica do semiárido nordestino e é bastante cultivada em estados como Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte, mas a produção não é detalhada separadamente nas estatísticas agrícolas do IBGE. A fruta possui uma boa qualidade organoléptica, é bastante apreciada no Nordeste devido às suas características nutricionais, além do seu sabor e sua polpa cremosa e suculenta, usada na produção de diversos derivados como geleias, sucos e sorvetes, e graças a isso movimenta o capital regional (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023; SACRAMENTO & SOUZA, 2000).

A pera (*pyrus*), pertence à família *Rosaceae*, é uma frutífera de clima temperado, o que

significa dizer que se desenvolve melhor em regiões com invernos frios e verões moderados, com isso essa cultura enfrenta grandes desafios e não consegue se desenvolver bem no Brasil, pois suas condições climáticas não são ideais para se ter uma alta produção de frutas, isso resulta em um desenvolvimento limitado para essa região. A produção dessa cultura no mundo é de aproximadamente 27.534 milhões de toneladas por ano e os países que mais se destacam são China, Argentina e Estados Unidos. No Brasil, a produção anual chega a cerca de 22 mil toneladas chegando a ser uma produção bastante baixa quando comparada a outras regiões (FAOSTAT, 2021; EPAGRI, 2019). Os principais produtores de pera no Brasil estão concentrados na região Sul, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. A produção de pera no Nordeste do Brasil tem mostrado resultados promissores, especialmente em áreas irrigadas, mas ainda são rudimentares se concentrando em Pernambuco, Ceará e Sergipe (EMBRAPA, 2020).

2.2. Matéria orgânica do solo, fração lábil e índice de manejo de carbono com ênfase no semiárido

A matéria orgânica do solo (MOS) tem um papel essencial para manutenção do solo e a produtividade agrícola, pois é capaz de influenciar os componentes químicos, físicos e biológicos do solo. A MOS é composta por resíduos de plantas e animais em diferentes estágios de decomposição, e sua presença está intimamente relacionada à capacidade do solo de fornecer nutrientes essenciais para as plantas, melhorar a estrutura física do solo, aumentar a retenção de água e reduzir a erosão (LAL, 2016; MATHEW et al., 2020). No Brasil, estudos de Costa et al. (2021) mostraram que a adição e a permanência da matéria orgânica em solos tropicais pobres podem aumentar a produtividade agrícola de forma significativa.

A MOS também desempenha um papel crítico na mitigação das mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono. Solos ricos em matéria orgânica atuam como sumidouros de carbono, reduzindo a quantidade de CO₂ na atmosfera. Estudos recentes, como os de Brown et al. (2021), mostram que práticas agrícolas sustentáveis que aumentam o teor de matéria orgânica do solo podem contribuir significativamente para a mitigação das mudanças climáticas. No contexto brasileiro, Pereira et al. (2023) indicam que a recuperação de áreas degradadas por meio da adição de MOS pode ser uma estratégia eficaz para sequestrar carbono.

A MOS é composta por diversas frações da matéria orgânica do solo (MOS) que desempenham diferentes papéis na dinâmica de nutrientes, na estabilidade da estrutura do solo e na sustentabilidade agrícola. O entendimento dessas frações é crucial para otimizar o manejo

da matéria orgânica em solos agrícolas, uma vez que, influenciam diretamente a capacidade de sequestro de carbono, resiliência e ação nas propriedades do solo. De forma simplificada tem-se as frações recalcitrantes e lábeis da matéria orgânica do solo. As frações recalcitrantes é composta por substâncias húmicas (humina, ácido húmico e fúlvico) e compostos orgânicos cuja decomposição é mais lenta e têm um papel maior no armazenamento de carbono a longo prazo (VASCONCELOS et al., 2021).

As frações lábeis denominado carbono lábil (CL) é uma das frações mais dinâmicas da MOS e é constituído principalmente por compostos orgânicos de fácil decomposição, como açúcares simples, aminoácidos, ácidos orgânicos, carbono microbiano, entre outros. Zhang et al. (2021) refere-se ao CL como sendo uma pequena fração do carbono orgânico total (COT), geralmente incluindo carbono orgânico dissolvido, carbono da biomassa microbiana, carbono orgânico particulado e carbono oxidável por permanganato de potássio. Essa fração tem uma importância significativa no curto prazo, pois é a fonte primária de energia para os microrganismos do solo e está fortemente ligada aos processos de mineralização de nutrientes. Estudos recentes, como o de Guo et al. (2022), mostram que o carbono lábil está diretamente correlacionado com a fertilidade imediata do solo, influenciando a disponibilidade de nutrientes como o nitrogênio.

O Índice de Manejo de Carbono (IMC) é uma ferramenta desenvolvida para avaliar a qualidade do manejo do solo com base na relação entre o carbono lábil e o carbono total do solo. Um IMC alto indica que o manejo agrícola está promovendo o aumento da fração lábil do carbono, o que é benéfico para a manutenção da fertilidade do solo no curto e médio prazo. De acordo com Bastida et al. (2020), o IMC é uma ferramenta útil para monitorar a saúde do solo, especialmente em sistemas de plantio direto, onde a preservação da MOS é fundamental para manter a produtividade a longo prazo. Pesquisas realizadas por Oliveira et al. (2022) em sistemas agroflorestais e fruticultura no Brasil demonstraram que esses sistemas aumentam significativamente o IMC, em comparação com monoculturas convencionais.

Nos solos do semiárido, que são frequentemente pobres em nutrientes e sujeitos a intensas variações climáticas, o CL e o IMC são vitais para a manutenção da fertilidade e para o suporte da biota do solo, que desempenha papel crucial na ciclagem de nutrientes, além de ser indicadores da permanência do carbono no solo. Estudos recentes como os desenvolvidos por Silva et al., (2021) e Santos et al. (2023) mostram que o carbono lábil responde rapidamente a práticas de manejo, como a adoção de sistemas agroflorestais, adição de adubo orgânico e plantio direto, tornando-os uma ferramenta eficaz para monitorar os efeitos de práticas conservacionistas em áreas do semiárido.

Outros estudos como os de Ferreira et al., (2022) e Almeida et al. (2024) relataram que o IMC é um bom preditor da sustentabilidade do uso do solo no semiárido brasileiro. Os autores destacam que o IMC é mais sensível em detectar melhorias na qualidade do solo após a adoção de práticas conservacionistas, como o uso de compostos orgânicos, cobertura vegetal e técnicas de manejo que visam reduzir a degradação do solo. O uso do IMC em áreas do semiárido também tem sido associado à promoção de sequestro de carbono e à mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

3.OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

Analisar os teores de carbono e a labilidade em solos sob frutíferas no semiárido potiguar.

3.2 Objetivos Específicos

Analisar o carbono orgânico total (COT), analisar o carbono lábil (LB) e analisar o índice de manejo de carbono (IMC).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no pomar situado no Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na cidade de Mossoró-RN. As coordenadas geográficas do local são 5° 11' 15'' S de latitude e 37° 20' 39'' W de longitude, com altitude de 18m, possuindo um relevo ondulado. O clima do município está classificado como BSh (semiárido), caracterizado por chuvas irregulares, de acordo com a classificação de Köppen a temperatura média de 26,5 °C, e uma precipitação pluviométrica média anual em torno de 673,9 mm, sendo os meses de fevereiro a maio o quadrimestre mais úmido e de agosto a novembro o quadrimestre mais seco (ALVARES et al., 2013).

Anteriormente, a área era dedicada exclusivamente ao cultivo de mangueiras, desde do ano de 2009 as frutíferas começaram a serem instalada na área. O local também recebe cuidados semestralmente devido as atividades desenvolvidas pelos os alunos. Utiliza-se adubação por NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e não se faz nenhuma adubação orgânica na área, a poda das árvores são feitas e logo em seguida é feita a limpeza do local. Atualmente, a área conta com o cultivo de diversas culturas perenes, tais como goiabeira, mangueira, bananeira, mamoeiro, pereira, coqueiro, seriguela, cajueiro e citros, entre outras.

As culturas selecionadas foram frutíferas perenes (goiaba, banana, mamão, pera e seriguela), que foram plantadas no pomar didático da Universidade Federal Rural do Semi-

Árido (UFERSA). Para a realização das análises laboratoriais químicas, foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada, sendo três simples, para formar uma composta em cada área, na camada de 0-10 cm e 10-20 cm. Foram retiradas auxílio de uma pá reta em uma mini-trincheira, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e levadas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA. Essas amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Para análise da matéria orgânica do solo, subamostras de TFSA foram trituradas e passadas em peneira de 0,210 mm (60 mesh).

4.2. Análises químicas realizadas

A determinação do carbono orgânico total (COT) foi realizada pelo método de oxidação por via úmida, com aquecimento externo, proposto por Yeomans & Bremner (1988). Para a determinação do teor de C lábil (CL), foram utilizadas subamostras de 1,0 g de solo (60 mesh) as quais foram acondicionadas em tubo de centrífuga de 50 mL, juntamente com 25 mL de solução de KMnO_4 ($0,033 \text{ mol L}^{-1}$). Os tubos foram colocados em agitador horizontal a 170 rpm, por 1 hora, e centrifugados a 960 g, por 10 min, sempre protegidos da luz. Após centrifugação, colocou-se 100 μL do sobrenadante em tubos de ensaio e o volume foi completado com 10 mL com água deionizada. As dosagens do CL foram realizadas em espectrofotômetro, com comprimento de onda de 565 nm, após aferimento da curva com pontos 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 mL. O carbono não lábil (CNL) foi determinado pela diferença entre o COT e o CL.

4.3 Índice de manejo de carbono

Com base nas mudanças no COT, entre um sistema de referência (Mata nativa) e frutíferas perenes, será calculado o índice de compartimento de carbono (ICC), calculado como: $\text{ICC} = \text{COT frutífera} / \text{COT referência}$. Com base nas mudanças na proporção de CL (labilidade = CL / CNL) no solo, será calculado o índice de labilidade (IL) por $\text{IL} = \text{L cultivado} / \text{L referência}$. Estes dois índices foram utilizados para calcular o índice de manejo de carbono (IMC), obtido pela expressão $\text{IMC} = \text{ICC} \times \text{IL} \times 100$ (BLAIR et al., 1995).

4.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a estatística descritiva e apresentados a média e o erro padrão da média. Os gráficos foram confeccionados a partir do programa SigmaPlot 5.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os dados de carbono orgânico (COT) coletados no período seco e chuvoso. No solo sob mata nativa, independente da camada de 0-10 cm ou 10-20 cm os teores de COT foram maiores no período chuvoso. Todavia, ao analisar as frutíferas perenenotou-se valores muito próximos no COT, principalmente na camada de 0-10 cm. Na camada de 10-20 cm, a goiaba, mamão e seriguela tiveram um pequeno aumento o período seco, e banana e a pera não obteve diferenças visíveis entre o período chuvoso e seco na profundidade de 10-20. Na mata nativa notou-se maiores teores de COT, nas duas camadas estudadas. Os maiores teores de COT nos resultados de mata nativa podem ser relacionados à deposição dos resíduos aéreos e do subsolo (exsudatos foliares e radiculares, folhas, caules, flores, sementes e raízes) do componente florestal nativo, contribuindo para o acúmulo de MOS. Este fato também foi observado por Abreu et al. (2020). Silva et al. (2024) analisando estoque de carbono na Caatinga, no qual observaram que a antropização do solo para cultivos agrícolas reduz drasticamente as concentrações de COT, P e N.

Quanto aos maiores teores de COT nas estações chuvosas, Souto et al. (2013) mencionam que em ambiente de Caatinga a caducidade natural de material vegetal forma uma camada de serapilheira que protege o solo na estação seca e logo nas primeiras chuvas é iniciada a incorporação ao solo por ação dos microrganismos decompositores, configurando o principal processo de circulação biogeoquímica e aumento de C. Silva (2017) no semiárido alagoano observou que os teores de COT variaram de acordo com época da coleta, sendo que em dezembro os teores de COT foram $46,12 \text{ g kg}^{-1}$, e os registrados em abril foram $35,39 \text{ g kg}^{-1}$. Quanto aos baixos teores de COT nas frutíferas especialmente na camada superficial, provavelmente deve-se somente a adubação química realizada semestralmente, associada a falta de adubação orgânica. Além disso, por ocasião da poda das árvores ocorre a limpeza do local, reduzindo de maneira significativa o aporte de resíduos orgânicos. De forma geral na camada superficial houve maior teor de C, fato também observado por Santos et al. (2024) o qual verificou que os estoques de C e nutrientes diminuem com o aumento da profundidade, de modo que esses estoques tendem a ser maiores durante as estações em que há mais água disponível no solo.

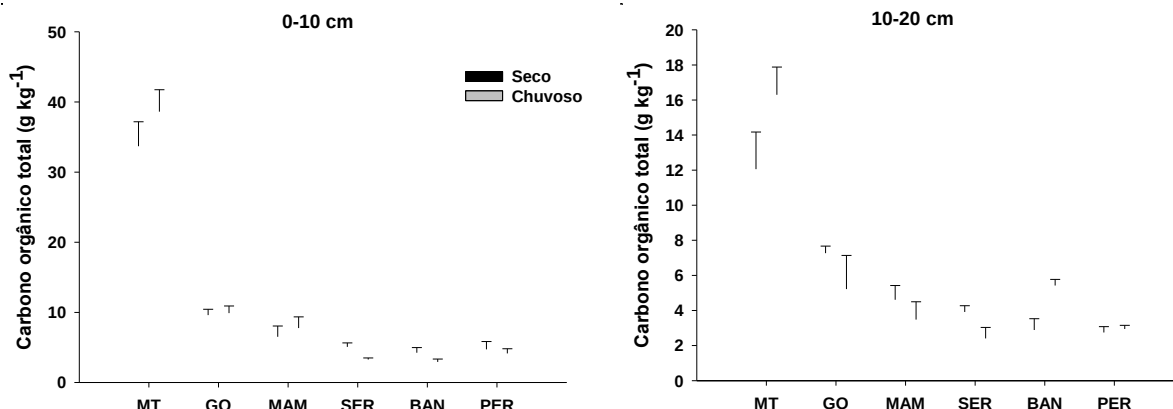


Figura 1. Teores de carbono orgânico total no período seco e chuvoso nos solos sob mata nativa (caatinga) e frutíferas perenes (GO-goiaba, MAM-mamão, SER-seriguela, BAN-banana, PER-pera), em Mossoró-RN.

Da mesma forma que o COT, o carbono lábil apresentado na Figura 2, foi maior na mata nativa, sendo 0-10 cm maior no período chuvoso e 10-20 cm maior no período seco. A cultura da goiaba e mamão (0-10 cm) e banana (10-20 cm) também foram maiores no período chuvoso. Geralmente, a maior quantidade de carbono lábil no solo durante o período chuvoso está relacionada a uma série de fatores ambientais e biológicos que afetam a dinâmica da matéria orgânica do solo. O carbono lábil é a fração da matéria orgânica do solo que é mais facilmente decomposta pelos microrganismos e sua disponibilidade pode ser influenciada por condições climáticas, como a precipitação e a umidade do solo. Durante o período chuvoso, a maior umidade no solo facilita a atividade microbiana. Microrganismos, como bactérias e fungos, necessitam de água para suas atividades metabólicas, e o aumento da umidade do solo intensifica a decomposição da matéria orgânica. Como resultado, a fração lábil do carbono, que é mais prontamente acessível, é liberada em maiores quantidades (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; QIAO et al., 2014; SANTOS et al., 2024).

Além disso, as chuvas contribuem para a mineralização da matéria orgânica superficial, incluindo resíduos de plantas, como folhas e galhos que caem no solo. Esses materiais frescos são ricos em compostos facilmente degradáveis, como açúcares e proteínas, o que aumenta a fração de carbono lábil disponível para os microrganismos do solo. No período chuvoso, a atividade fotossintética das plantas também é mais intensa, o que aumenta a produção de exsudatos radiculares. Esses exsudatos são ricos em compostos orgânicos simples, que contribuem para o aumento do carbono lábil no solo. Além disso, o aumento da biomassa vegetal leva à maior deposição de resíduos vegetais, que ao serem decompostos, liberam carbono lábil (QIAO et al., 2014; SANTOS et al., 2024).

De modo geral entre as frutíferas, a goiaba e a banana se sobressaíram quanto aos teores de COT e CL. Provavelmente isso ocorreu pois tanto a goiabeira quanto a banana, como uma cultura perene, possuem um ciclo contínuo de deposição de matéria orgânica na forma de folhas, frutos, galhos e raízes mortas. Estes resíduos vegetais, ao serem decompostos, contribuem significativamente para dessas duas frações orgânicas. Além disso, ambas as culturas possuem um sistema radicular robusto com pelos radiculares que podem promover uma maior liberação de exsudatos, aumentando assim a fração lábil do carbono orgânico (GANESHAMURTHY et al., 2020; LACERDA et al., 2023). Em toda área de fruticultura do estudo notou-se entradas únicas, repetidas e contínuas de carbono lábil o que está causando aumento na decomposição do COT. Nos últimos 20 anos, um número crescente de estudos mostrou que as entradas de CL aumentam muito a decomposição do carbono orgânico nativo (FONTAINE et al., 2007 ; VAN HEES et al ., 2005 ; BLAGODATSKAYA et al ., 2007; SAYER *et al.* , 2011; QIAO et al., 2014), conhecidos como 'efeitos de priming', o que é preocupante, pois a longo prazo o teor de COT pode diminuir drasticamente, servindo de alerta. Mas o contrário também pode acontecer caso tenha aporte orgânico. Qiao et al. (2014) observaram que o aumento da entrada de C orgânico lábil nos solos por maior produtividade vegetal aumentou o conteúdo de COT, mesmo que o priming acelere a decomposição do COS nativo, por isso deve ser monitorado.

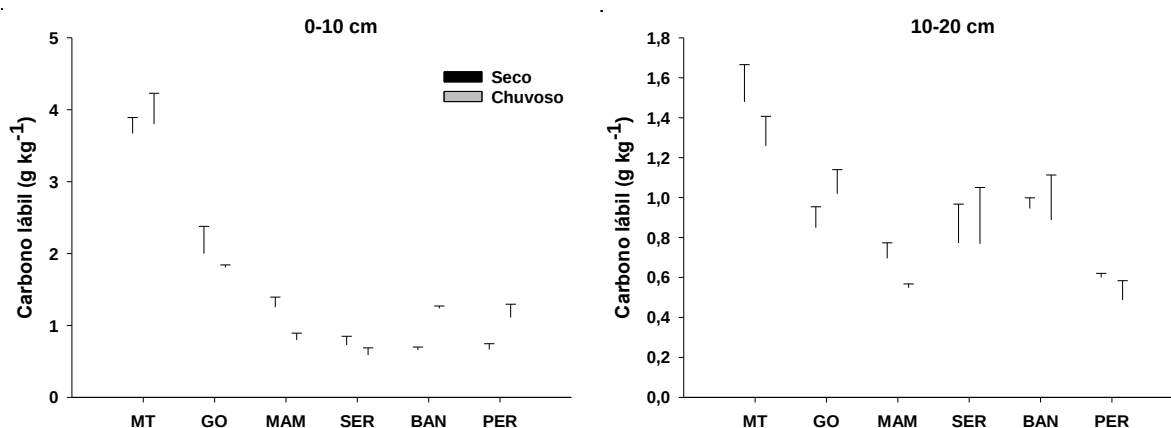


Figura 2. Teores de carbono lábil no período seco e chuvoso nos solos sob mata nativa (caatinga) e frutíferas perenes (GO-goiaba, MAM-mamão, SER-seriguela, BAN-banana, PER-pera), em Mossoró-RN.

De modo geral, com exceção do mamão (0-10 cm) e, banana e pera (10-20 cm) a maioria das frutíferas tiveram maiores índices de manejo de carbono no período chuvoso (Figura 3). Provavelmente, durante o período chuvoso, há maior disponibilidade de água no solo, o que estimula a atividade dos microrganismos decompositores, como bactérias e fungos, responsáveis por mineralizar a matéria orgânica, principalmente as frações mais lábeis (BLAIR et al., 1995). Como o IMC inclui a avaliação da fração lábil do carbono, o aumento da atividade microbiana no período chuvoso eleva a fração de carbono lábil, o que contribui diretamente para um aumento do índice. Em solos mais secos ou em períodos de estiagem, a atividade microbiana é limitada pela falta de água, o que reduz a mineralização da matéria orgânica e, conseqüentemente, diminui o IMC. Além disso, ao incluir a relação entre o CL e o COT, reflete diretamente essa intensificação dos processos de ciclagem, resultando em um índice mais elevado.

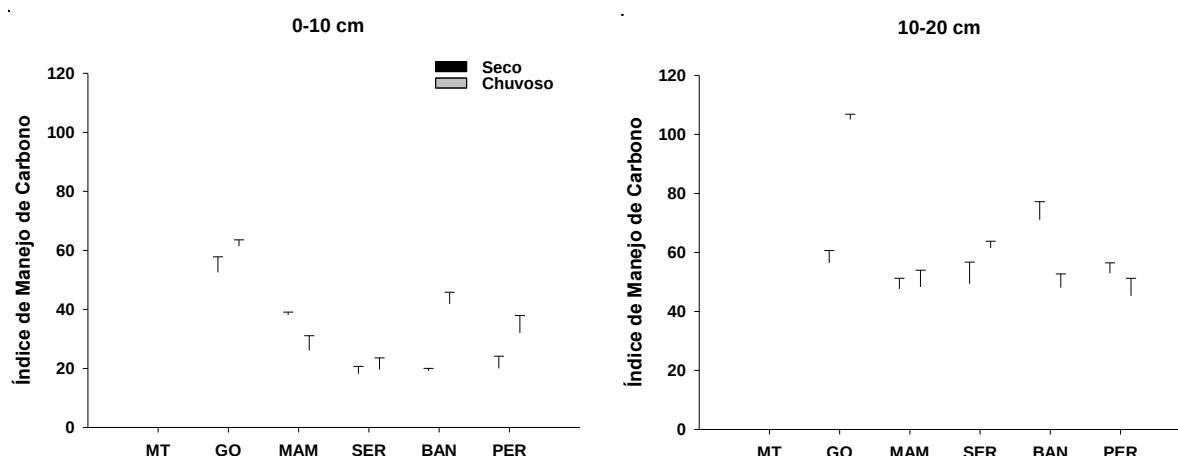


Figura 3. Índice de manejo de carbono (IMC) período seco e chuvoso nos solos sob mata nativa (caatinga) e frutíferas perenes (GO-goiaba, MAM-mamão, SER-seriguela, BAN-banana, PER-pera), em Mossoró-RN.

Entre as frutíferas, os solos sob a goiaba tiveram o maior IMC nas duas profundidades estudadas. Isso ocorreu provavelmente porque a esse frutífera está localizada no pomar com uma área aluvial, o carbono relacionado a estes teores pode estar relacionado com o carreamento de materiais de outras áreas, devido ao dossel com aporte constante de folhas e galhos finos, e mesmo depois da limpeza, permanecem na área (KUBAR et al., 2018; AMEER et al., 2023). A aplicação do IMC pode ajudar a avaliar as mudanças na qualidade do solo ao longo prazo. Apesar dos valores de IMC da goiaba ser entre 50 e 60, isso indica que foi a cultura

menos prejudicada com a limpeza da área, enquanto os demais, com um valor baixo, indicam que está em processo de degradação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudanças no uso da terra com a retirada da Caatinga para a implantação do pomar de frutíferas perenes teve um grande impacto no equilíbrio de carbono (C) do solo, alterando as entradas e perdas de C. O aumento da umidade associada a plantas que tem resíduos orgânicos particulados quem caem constantemente do dossel contribuíram para o aumento tanto do carbono orgânico total quanto da fração lábil. Neste caso, entre as frutíferas, a goiaba e a banana se sobressaíram quanto aos teores de COT e CL, especialmente na camada superficial. O índice de manejo de carbono mostrou diferença com relação as variações sazonais, sendo maior no período chuvoso devido à intensificação dos processos biológicos e químicos que ocorrem no solo. No entanto, ao usar IMC para avaliar o impacto do cultivo dessas frutíferas ao longo prazo no equilíbrio solo-planta-atmosfera sugere-se que a retirada dos resíduos orgânicos na área, associadas às práticas intensivas de manejo do solo irão resultar em declínio na qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

- Agroflorestais no semiárido. *Agroecologia e Sustentabilidade*, v. 12, n. 2, p. 79-90, 2023.
- SILVA, T. A.; PEREIRA, M. A.; COSTA, R. C. Manejo da matéria orgânica e carbono lábil em solos do semiárido. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, n. 3, p. 431-442, 2021.
- AMEER, I., KUBAR, K. A., ALI, Q., ALI, S., KHAN, T., SHAHZAD, K., ... & TALPUR, K. H. (2023). Land degradation resistance potential of a dry, semiarid region in relation to soil organic carbon stocks, carbon management index, and soil aggregate stability. *Land Degradation & Development*, 34(3), 624-636.
- ALVARES, C. A.; SATATE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n.6, p.711–728, 2013.
- ALMEIDA, F. C.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, R. A. Dinâmica do carbono orgânico e manejo de solo no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 48, p. e20240032, 2024.
- BARBOSA, P. F. Extração de compostos bioativos e análise de potencial da atividade antioxidante de seriguela (*spondias purpurea* l.) Em diferentes estádios de maturação. 2020. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/16188>
- 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*, v. 46, n. 7, p. 1459-1466, 1995.
- BLAGODATSKAYA EV, BLAGODATSKY SA, ANDERSON TH, KUZYAKOV Y (2007) Priming effects in Chernozem induced by glucose and N in relation to microbial growth strategies. *Applied Soil Ecology*, 37, 95–105.
- BONGIORNO G, BÜNEMANN EK, OGUEJIOFOR CU, MEIER J, GORT G, COMANS R (2019) Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. *Ecol Indic* 99:38–50. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.008>
- BROWN, L. et al. Soil organic carbon dynamics in agricultural systems: Mitigation and sustainability implications. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 152, p. 108-121, 2021
- DECICINO, R. Fruticultura no Brasil – Importância econômica para o país. 2016. <Disponível em><https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/fruticultura-no-brasil-importanciaeconomica-para-o-pais.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso: 09/08/2024.
- COSTA, F. R.; SILVA, J. E.; MENDONÇA, E. S. The role of organic matter in soil fertility in tropical regions. *Brazilian Journal of Soil Science*, v. 45, p. 98-111, 2021.
- ABREU, L. H. G., DE FREITAS, I. C., SANTANA, P. H. L., DE ALMEIDA BARBOSA, D. L., SANTOS, L. D. T., SANTOS, M. V., ... & FRAZÃO, L. A. (2020). Variation in soil carbon, nitrogen and microbial attributes within a silvopastoral system in the Brazilian

Cerrado. *Agroforestry Systems*, 94, 2343-2353.

EMBRAPA. **Banana: produção e perspectivas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/banana/pesquisa>. Acesso em: 27 conjuntos. 2024.

EMBRAPA. **Pera, maçã e caqui: o futuro da agricultura no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1760314/pera-maca-e-caqui-o-futuro-da-agricultura-no-nordeste>. Acesso em: 27 set. 2024.

EMBRAPA. **Cultura do mamão no Brasil: perspectivas e desafios**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mamao/pesquisa>. Acesso em: 27 conjuntos. 2024. 2.

FAOSTAT. **Agriculture organization of the United Nations**. Rome: FAO Retrieved, 2021. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/S> Acesso 08/08/2024

FAOSTAT – **Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics**. Acesso em 09/08/2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228255>.

FERREIRA, J. P.; SANTOS, A. R.; SILVA, M. A. Impacto do manejo de carbono em solos do semiárido: um estudo de caso no Nordeste. *Ciência Rural*, v. 52, n. 1, p. 123-134, 2022.

FONTAINE S, BAROT S, BARRE P, BDIQUI N, MARY B, RUMPEL C (2007) Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. *Nature*, **450**, 277–281.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. *Anacardiaceae*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br> Acesso em: 08/08/2024

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. *Revista Ciência Agronômica*. Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GANESHAMURTHY, A. N., KALAIIVANAN, D., & RAJENDIRAN, S. (2020). Carbon sequestration potential of perennial horticultural crops in Indian tropics. *Carbon Management in Tropical and Sub-Tropical Terrestrial Systems*, 333-348.

GUO, Y.; XIAO, D.; LI, Z. Labile organic carbon in soil: its role in nutrient cycling and soil health. *Soil Science Society of America Journal*, v. 86, p. 45-60, 2022

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo agropecuário 2022. IBGE, Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mamao/br>. Acesso em: 08/08/2024.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção de Goiaba no Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 set. 2024.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 set. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal 2024: banana. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9227-producao-agricola-municipal.html>>. Acesso em: 27 conjuntos. 2024. 2.

J.R. SILVA, D.J. SILVA, C.A.T. GAVA, T.C.T.D. OLIVEIRA, M.S.C.D. FREITAS. Carbon in humic fractions of organic matter in soil treated with organic composts under mango cultivation R. Bras. Ci. Solo., 40 (2016), pp. 1-11, 10.1590/18069657rbcs20150095

KIST., BENNO BERNARDO. Anuário Brasileiro de Horti &Fruti 2021. 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br.pdf>: Acesso em 09/08/2024

KUBAR, K. A., HUANG, L., LU, J., LI, X., XUE, B., & YIN, Z. (2018). Integrative effects of no-tillage and straw returning on soil organic carbon and water stable aggregation under rice-rap rotation. *Chilean Journal of Agricultural Research*, **78**, 205–215. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000200205>

LACERDA, N. B., LUSTOSA FILHO, J. F., BLUM, S. C., ESCOBAR, M. E. O., & DE OLIVEIRA, T. S. (2023). Organic matter pools in a fluvisol after 29 years under different land uses in an irrigation region in northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, **208**, 104861.

LIU, X.; ZHOU, W.; HU, J. Carbon sequestration and labile organic carbon management under different agricultural systems. *Journal of Environmental Management*, v. 321, p. 456-468, 2023.

MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.469-472, 2003.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

MURINDANGABO, Y. T., Kopecký, M., Hoang, T. N., Bernas, J., Parajuli, T., Dhakal, S., ... & Shrestha, A. K. (2023). Comparative analysis of soil organic matter fractions, lability, stability ratios, and carbon management index in various land use types within bharatpur catchment, Chitwan District, Nepal. *Carbon Balance and Management*, **18**(1), 21.

OKOLO, C. C., GEBRESAMUEL, G., ZENEBE, A., HAILE, M., & Eze, P. N. (2020). Accumulation of organic carbon in various soil aggregate sizes under different land use systems in a semi-arid environment. *Agriculture, ecosystems & environment*, **297**, 106924.

OLIVEIRA, R. S. et al. Agroforestry systems and their effects on labile organic carbon and carbon management index in tropical soils. *Agroforestry Systems*, v. 108, p. 299-312, 2022.

PEREIRA, M. G. et al. Carbon sequestration in degraded soils through organic matter recovery:

- A case study from Brazil. *Environmental Research Letters*, v. 18, p. 305-319, 2023.
- QIAO, N. A., SCHAEFER, D., BLAGODATSKAYA, E., ZOU, X., XU, X., & KUZYAKOV, Y. (2014). Labile carbon retention compensates for CO₂ released by priming in forest soils. *Global Change Biology*, 20(6), 1943-1954.
- RAMÍREZ, P. B., FUENTES-ALBURQUENQUE, S., DÍEZ, B., VARGAS, I., & BONILLA, C. A. (2020). Soil microbial community responses to labile organic carbon fractions in relation to soil type and land use along a climate gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, 141, 107692.
- QIAO, N. A., SCHAEFER, D., BLAGODATSKAYA, E., ZOU, X., XU, X., & KUZYAKOV, Y. (2014). Labile carbon retention compensates for CO₂ released by priming in forest soils. *Global Change Biology*, 20(6), 1943-1954.
- Science **304** (5677), 1623–1627 (2004). <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. Cajá (Spondias mombin L. Jaboticabal: FUNEP, (Frutas Nativas), 2000.
- SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. CAJÁ. IN: SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.83-105.
- SANTOS, A. P.; LIMA, J. R.; GONÇALVES, F. A. A contribuição da fruticultura para a geração de emprego e renda em áreas semiáridas. *Revista Brasileira de Sociologia Rural*, v. 59, n. 1, p. 45-58, 2021.
- SANTOS, L. R., LIMA, A. M. N., CUNHA, J. C., RODRIGUES, M. S., SOARES, E. M. B., DOS SANTOS, L. P. A., ... & FONTES, M. P. F. (2019). Does irrigated mango cultivation alter organic carbon stocks under fragile soils in semiarid climate?. *Scientia Horticulturae*, 255, 121-127.
- SANTOS, W. R., JARDIM, A. M. D. R. F., DE SOUZA, C. A. A., DE SOUZA, L. S. B., DA SILVA, G. Í. N., DE MORAIS, J. E. F., ... & DA SILVA, T. G. F. (2024). Carbon and nutrient dynamics in landscapes under different levels of anthropogenic intervention in the semi-arid region of Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 368, 109020.
- SILVA, A. A. P. Estudo da viabilidade técnica e econômica do cultivo da goiabeira na agricultura familiar. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João Del Rei como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Sete Lagoas 2015, Macacu – RJ.
- SILVA, L. C. S. **Análise da vegetação e organismos edáficos em área de caatinga na Serra da Caiçara, Maravilha**, Alagoas. 2017. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.
- SILVA, L. F. D. S., PESSOA, L. G. M., SILVA, E. M. D., FREIRE, M. B. G. D. S., DE SOUZA, E. S., ORESKA, D., ... & SANTOS, E. S. D. (2024). Changes in Soil C, N, and P Concentrations and Stocks after Caatinga Natural Regeneration of Degraded Pasture Areas in the Brazilian Semiarid Region. *Sustainability*, 16(20), 8737.
- Soil Science Society of America Journal, 80 (2016), pp. 1352

1364, 10.2136/sssaj2016.04.0106

SOUTO, P. C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.; BAKKE, I.A.; SALES, F.C.V.; SOUZA, B.V. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de Caatinga. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 559-565, out/dez. 2013.

SWIFT, ROGER S. SEQUESTRATION OF CARBON BY SOIL. **Soil Science**, v.166, p.858-871, 2001.

T.T. HURISSO, S.W. CULMAN, W.R. HORWATH, J. WADE, D. CASS, J.W. BENISTON, T.M. BOWLES, A.S. GRANDY, A.J. FRANZLUEBBERS, M.E. SCHIPANSKI, S.T. LUCAS, C.M. UGARTE. Comparison of permanganate-oxidizable carbon and mineralizable carbon for assessment of organic matter stabilization and mineralization.

van HEES PAW, JONES DL, FINLAY R, GODBOLD DL, Lundström US (2005) The carbon we do not see – the impact of low molecular weight compounds on carbon dynamics and respiration in forest soils: a review. *Soil Biology & Biochemistry*, **37**, 1–13.

VASCONCELOS, S. S.; SILVA, A. C. Organic matter fractions and their roles in soil health: A Brazilian perspective. *Journal of Tropical Soils*, v. 67, p. 222-237, 2021.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

ZHANG, Y., LI, Y., LIU, Y., HUANG, X., ZHANG, W., & JIANG, T. (2021). Responses of soil labile organic carbon and carbon management index to different long-term fertilization treatments in a typical yellow soil region. *Eurasian Soil Science*, **54**(4), 605-618.