



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
CURSO DE AGRONOMIA

ANDREIA MARIANA DOS SANTOS RODRIGUES

**ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLO ARENOSO MANEJADO
COM LEGUMINOSAS ADUBADORAS**

FORTALEZA

2022

ANDREIA MARIANA DOS SANTOS RODRIGUES

ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLO ARENOSO MANEJADO COM
LEGUMINOSAS ADUBADORAS

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R611e Rodrigues, Andreia Mariana dos Santos.
Estoque de carbono e nitrogênio em solo arenoso manejado com leguminosas adubadoras / Andreia Mariana dos Santos Rodrigues. – 2022.
47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes.

1. Práticas conservacionistas. 2. Carbono orgânico. 3. Cobertura de solo. I. Título.

CDD 630

ANDREIA MARIANA DOS SANTOS RODRIGUES

Estoque de carbono e nitrogênio em solo arenoso manejado com leguminosas adubadoras

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 30/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.^s Rafaela Batista Magalhães
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.^a Ana Maria Maia
Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace)

A Deus.

Aos meus pais, Antonia e Valdenir.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Antonia, meus avós, Eunice e José, e à minha irmã, Milena, por todo o amor, carinho, suporte e confiança em todos os momentos. Em especial à minha mãe e aos meus avós que me deram forças para não desistir.

Aos amigos que conquistei durante a graduação, Danilo, Wesller e Bianca, por todo o carinho, palavras de apoio e ajuda, por confiarem e torcerem em cada conquista. Sem eles a experiência seria certamente mais árdua.

À banca examinadora, M^a Rafaela Batista Magalhães e M.^a Ana Maria Maia, pela disponibilidade, comentários e avaliações dadas a esta monografia.

À minha orientadora, Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa, pelas contribuições dadas, dedicação, paciência e incentivo. Obrigada pela motivação durante todo o processo, sua orientação foi essencial e fez total diferença no resultado desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, portanto, meus agradecimentos pelo financiamento do projeto e pela concessão de bolsas de estudos.

Ao CNPq e a PROGRAD-UFC pela concessão de bolsas de Iniciação Científica e Iniciação à Docência, respectivamente.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade, suporte e conhecimento a mim oferecidos, serei eternamente grata pela experiência.

À Deus, por me conceder a vida e momentos como este.

“Mesmo que você não esteja pronto para o dia,
não poderá ser noite para sempre.” (Ye, 2021).

RESUMO

A cultura do coco constitui fonte de renda para muitos produtores, principalmente no Nordeste brasileiro. As maiores produções estão em áreas de solos arenosos que necessitam de maior aporte de matéria orgânica e nutrientes. A adubação verde com leguminosas é uma prática promissora para esta finalidade mediante manejo adequado. A hipótese investigada neste estudo foi de que a espécie de leguminosa arbóreo-arbustiva *Gliricídia sepium* e o espaçamento 1 x 0,5m para esta leguminosa, resultará em maiores teores e estoques de carbono e nitrogênio no solo. O trabalho foi conduzido em Itarema (CE), em experimento com delineamento em blocos ao acaso (DBC), com esquema fatorial 2 x 3 + 1 com quatro repetições. Nos tratamentos, foram comparados dois fatores: duas espécies de leguminosas (*Gliricídia sepium* e *Mimosa caesalpiniaefolia*) e três espaçamentos de plantio (1 x 1 m, 1 x 0,5 m e 1 x 0,25 m), E1, E2 e E3, respectivamente. O tratamento complementar apresentou apenas vegetação de regeneração. Foram coletadas amostras de solo para determinar teores de carbono orgânico total (TeorC) e nitrogênio total (TeorN) e os estoques (EstC e EstN). O espaçamento E2 resultou nos maiores teores de C e N de maneira isolada (16,79 e 1,04 g kg⁻¹, respectivamente). O maior EstN ocorreu no E2 com *G. sepium* (2,87 Mg ha⁻¹). O E2 proporcionou maior EstC (44,47 Mg ha⁻¹). A *G. sepium* no espaçamento 1 x 0,5 m constitui a opção mais favorável para estoques de C e N quando consorciada com o coqueiro. Contudo, para resultados mais conclusivos recomenda-se que o manejo empregado seja mantido por tempo maior na área experimental.

Palavras-chave: Práticas conservacionistas; Carbono orgânico; Cobertura de solo.

ABSTRACT

Coconut cultivation is a source of income for many producers, especially in the Brazilian Northeast. The largest productions are in areas of sandy soils that need a greater supply of organic matter and nutrients. Green manuring with legumes is a promising practice for this purpose through proper management. The hypothesis investigated in this study was that there is a species of tree-shrub legume (*Gliricidia sepium*) and an ideal spacing (1 x 0,5m) for this legume that will result in higher levels and stocks of carbon and nitrogen in the soil. The work was carried out in Itarema (CE), in a randomized block design (CBD) experiment, with a 2 x 3 + 1 factorial scheme with four replications. In the treatments, two factors were compared: two legume species (*Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpiniaefolia*) and three planting spacings (1 x 1 m, 1 x 0.5 m, and 1 x 0.25 m), E1, E2, and E3, respectively. The complementary treatment showed only regeneration vegetation. Soil samples were collected to determine levels of total organic carbon (TeorC) and total nitrogen (TeorN) and stocks (EstC and EstN). The E2 spacing resulted in the highest levels of C and N in isolation (16.79 and 1.04 g kg⁻¹, respectively). The highest EstN occurred in E2 with *G. sepium* (2.87 Mg ha⁻¹). E2 provided the highest EstC (44.47 Mg ha⁻¹). *G. sepium* at 1 x 0.5 m spacing is the most favorable option for C and N stocks when intercropped with coconut. However, for more conclusive results, it is recommended that the management used to be maintained for a longer time in the experimental area.

Keywords: conservation practices; organic carbon; land cover.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica do município de Itarema	23
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Estoque de Nitrogênio (interação espaçamento x leguminosa).....	30
Gráfico 2 Estoque de Carbono (resposta aos espaçamentos)	32
Gráfico 3 Teor de Nitrogênio (resposta aos espaçamentos)	33
Gráfico 4 Teor de Carbono (resposta aos espaçamentos)	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Caracterização geral do solo da área experimental feita por meio da análise de dois perfis representativos da área..... 24
- Tabela 2 – Determinação da densidade das amostras de solo coletadas para cada tratamento..... 25
- Tabela 3 – Resumo dos testes de normalidade e de homogeneidade aplicados aos dados de teores e estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) no solo da área experimental..... 28
- Tabela 4 – Resumo da análise da variância (ANOVA) para teores de carbono (C) e nitrogênio (N) e para o estoque de carbono (EstC) e nitrogênio (EstN) na camada de 0-20 cm do solo em que foram plantadas duas leguminosas em três espaçamentos distintos consorciadas com a cultura do coqueiro..... 29
- Tabela 5 – Médias dos teores de carbono (C) e nitrogênio (N) e dos estoques de carbono (EstC) e nitrogênio (EstN) na camada de 0-20 cm do solo em que foram plantadas duas leguminosas em três espaçamentos distintos consorciadas com a cultura do coqueiro, comparando-as com o tratamento controle em que não foram plantadas leguminosas e que apresentou o desenvolvimento da vegetação natural..... 37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
C	Carbono
Ca	Cálcio
COp	Carbono Orgânico particulado
COT	Carbono Orgânico Total
C-CO ₂	Dióxido de Carbono
DBC	Delineamento em Blocos Casualizado
E1	Espaçamento 1
E2	Espaçamento 2
E3	Espaçamento 3
EstC	Estoque de Carbono
EstN	Estoque de Nitrogênio
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
K	Potássio
MOS	Matéria Orgânica do Solo
MO	Matéria Orgânica
Mg	Magnésio
NaOH	Hidróxido de Sódio
N	Nitrogênio
NPK	Nitrogênio/Fósforo/Potássio
SPD	Sistema de Plantio Direto
TeorC	Teor de Carbono
TeorN	Teor de Nitrogênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	<i>Importância da matéria orgânica do solo.....</i>	<i>15</i>
2.2	<i>A matéria orgânica e o estoque de carbono e nitrogênio no solo</i>	<i>15</i>
2.3	<i>Sistemas de manejo com leguminosas adubadoras.....</i>	<i>17</i>
2.3.1	Aspectos gerais.....	17
2.3.2	Leguminosas arbóreo-arbustivas consorciadas com culturas perenes	18
2.3.3	Cultura do Coco	20
2.3.4	Manejo de leguminosas adubadoras influenciando atributos físicos e o estoque de carbono no solo.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	<i>Descrição da área experimental</i>	<i>24</i>
3.2	<i>Delineamento experimental e tratamentos.....</i>	<i>26</i>
3.3	<i>Condução do experimento.....</i>	<i>26</i>
3.4	<i>Coletas.....</i>	<i>26</i>
3.5	<i>Avaliações.....</i>	<i>27</i>
3.6	<i>Análise estatística.....</i>	<i>28</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1	<i>Normalidade e Homogeneidade.....</i>	<i>29</i>
4.2	<i>Análise de variância.....</i>	<i>29</i>
4.3	<i>EstN.....</i>	<i>30</i>
4.4	<i>EstC.....</i>	<i>32</i>
4.5	<i>TeorN.....</i>	<i>33</i>
4.6	<i>TeorC.....</i>	<i>35</i>
4.7	<i>Controle x Tratamentos (Teste de Dunnet).....</i>	<i>...36</i>
5	CONCLUSÃO.....	38
6	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Solos arenosos possuem a taxa de decomposição da matéria orgânica (MO) mais rápida do que solos argilosos. Como a MO é um dos principais reservatórios de carbono (C) e nitrogênio (N), sua rápida decomposição resulta em baixos teores desses elementos no solo. Aumentar teores de C e N é importante para manter/melhorar a fertilidade do solo e por ser uma forma de mitigar a emissão de gases de efeito estufa. No caso do N, a manutenção dos altos teores no solo é importante para suprir as demandas das culturas. A oferta de N por meio da adubação mineral resulta em maiores custos na produção. Nesse sentido, sistemas de manejo com a introdução de leguminosas tem sido uma alternativa promissora para reestabelecer os níveis desses elementos no solo.

O consórcio entre leguminosas arbóreo-arbustivas com culturas de interesse alimentar caracteriza-se como uma das formas de manejo dessas espécies, uma vez que com podas regulares nas árvores, a biomassa produzida é usada como adubo verde. Entretanto, a escolha da espécie é fator importante, sendo preferível plantas que tenham alta produção de biomassa vegetal, rápida cobertura do solo e boa adaptação às condições edafoclimáticas locais.

Entre as espécies arbóreas com alto potencial para o nordeste brasileiro, está a *Gliricídia sepium*, nativa do México, América do Sul e Central, que apresenta boa capacidade de produção de fitomassa, alto valor de N, baixa relação C/N e resistência a períodos secos. Outra espécie notável é o Sabiá (*Mimosa caesalpiinifolia*), leguminosa típica do nordeste brasileiro, fixadora de N e excelente produtora de madeira.

O desempenho das espécies varia conforme as condições do meio a que foram inseridas. Uma das variáveis determinantes para o melhor desenvolvimento vegetal é o espaçamento, uma vez que define o arranjo e a população das plantas. Além do rendimento, a má distribuição das plantas na área pode gerar prejuízos no acúmulo de nutrientes no solo em razão do mal aproveitamento de recursos. Portanto, é indispensável que o espaçamento a ser utilizado permita a expressão máxima na produção de biomassa e, assim sendo, no teor e estoque de C e N.

Foi testada a hipótese de que a espécie de leguminosa arbóreo-arbustiva *Gliricídia sepium* e o espaçamento 1 x 0,5m para esta leguminosa que, em sistema consorciado com coqueiro em solo arenoso, resultará em maiores teores e estoques de carbono e nitrogênio, diferindo dos teores e estoques obtidos só com a vegetação de regeneração. O objetivo do estudo foi determinar o teor de carbono e nitrogênio, densidade do solo e os estoques de carbono e nitrogênio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da matéria orgânica do solo

A influência da matéria orgânica (MO) em processos vitais do solo, sejam eles químicos, físicos ou biológicos, fez com que esse atributo passasse a ser amplamente estudado e divulgado na literatura. Por ser diretamente responsável por diversas funções edáficas, estes processos podem ser comprometidos, culminando em desequilíbrio do sistema, em casos de perda de MOS – matéria orgânica do solo (ROSCOE, 2006).

Segundo a Encyclopedia of Soil Science (2006), tem-se por matéria orgânica “derivados de vegetais e animais incorporados ao solo ou dispostos sobre sua superfície, na forma viva ou nos vários estágios de decomposição, exceto a parte aérea das plantas.”

Tendo em vista seus efeitos diretos no sistema solo-água-plantas, a MOS, sobretudo, é tida como fonte de nutrientes e energia, sendo responsável por grande parte da fertilidade dos solos. Junto à atividade biológica, é um dos maiores provedores de nitrogênio (N) e carbono (C) aos solos (FABRÍCIO, 1999). Com exceção das reservas fósseis, a matéria orgânica consiste ainda, no maior compartimento de C do mundo, tendo influência direta no ciclo desse elemento em todo o planeta (PILLON *et al.*, 2004).

É importante manter e recuperar os níveis adequados de MOS, ou até mesmo aumentar esses níveis, pois isso favorece o sequestro de carbono e, conseqüentemente, minimiza o efeito estufa. A agricultura pode ser usada como ferramenta em potencial para fixar CO₂ atmosférico, desde que aliada com medidas conservacionistas (AMADO *et al.*, 2001).

Assim como o C, a disponibilidade de N também pode ser afetada pelo material orgânico presente no solo. Em ambiente alcalino, o aumento da mineralização da MOS, proporciona também maior disponibilidade de N (BATISTA *et al.*, 2018). Paralelo a esta relação, há ainda o fato de que o N que constitui a matéria orgânica é a fonte mais importante do nutriente no solo, com cerca de 95% da totalidade desse elemento na forma orgânica (BATISTA *et al.*, 2018).

2.2 A matéria orgânica e o estoque de carbono e nitrogênio no solo

Na Terra, há quatro principais compartimentos de carbono (C), sendo eles os oceanos, a atmosfera, as formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e os ecossistemas terrestres. Dentre os ecossistemas terrestres, o solo é considerado o maior dos compartimentos, abrigando cerca de 2500 Pg de carbono, entre mineral e orgânico. Assim, a vegetação e principalmente o solo, são considerados um grande sumidouro de carbono (MACHADO,

2005).

O CO₂ absorvido da atmosfera pelas plantas é incorporado à biomassa por meio do processo de fotossíntese. Parte do carbono volta à atmosfera e outra parte quando retida abaixo e acima do solo, como biomassa viva ou morta, passa a compor notável depósito de carbono. Da fração que forma a biomassa morta, uma parte do carbono é incorporado ao solo constituindo o húmus, promovendo o aumento do reservatório de carbono orgânico do solo (LEITE, 2010).

O carbono orgânico constitui a MOS e se caracteriza como meio básico para as atividades microbianas, as quais são responsáveis pela manutenção da fertilidade do solo, por meio da decomposição e liberação de nutrientes (PARRON *et al.*, 2015). A estimativa dos teores de carbono pode indicar o sucesso do tipo de manejo adotado, visto que, de acordo com Bennet *et al.* (2009), os sistemas de manejo e suas várias formas de aplicação podem promover a manutenção e o aumento dos estoques de carbono no solo.

Contudo, dependendo do cenário de análises, talvez somente a quantificação de C não seja suficiente, uma vez que solos com a mesma concentração de carbono, mas com diferentes densidades aparentes, possuem estoques diferentes do elemento. Ainda, segundo Parron *et al.* (2015), para que o manejo possa ser de fato avaliado, é necessário considerar o tempo de implantação, pois as alterações nos estoques de C não acontecem de forma linear.

De acordo com Freitas *et al.* (2018), o estoque de carbono de um solo em vegetação natural é tido como o equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio ocorre entre a entrada de carbono por meio da deposição de material/resíduo vegetal no solo e as perdas do elemento causadas pela decomposição/mineralização e pela perda de gases para a atmosfera devido à decomposição de MOS e foto-oxidação abiótica da serapilheira (PARRON *et al.*, 2015).

Parar determinar o carbono “sequestrado” no solo, a amostragem deve ser realizada de forma que o solo e o sistema de manejo sejam representativos para todas as amostras. O processo de amostragem para determinação do estoque de carbono é pontual, utilizando perfis de solo (PARRON *et al.*, 2015). É interessante que a coleta ocorra em trincheiras de 1m de profundidade (AREVALO, 2002), mas há casos em que a avaliação pode se concentrar nas camadas superficiais, como estabeleceu Calonego *et al.* (2012) ao avaliar os estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo apenas nos primeiros 20 cm de solo.

Como exemplo do uso e manejo dos solos influenciando estoques de carbono, Amado (2001) demonstrou que os sistemas com cobertura vegetal apresentaram baixa emissão de CO₂ em relação ao sistema pousio/milho. Segundo o autor, o arranjo milho/mucuna proporcionou

balanço positivo de cerca de 20 Mg ha⁻¹ de CO₂ em que 75% desse valor se deu por conta da fixação de CO₂ atmosférico em forma de MO no solo. O autor também verificou que o sistema milho/mucuna e o acúmulo de resíduos vegetais no solo promoveram sequestro líquido de 15,5 Mg ha⁻¹ de CO₂, o que resulta em taxa de fixação de 1,9 Mg CO₂ ha⁻¹ ano⁻¹.

Os estoques de carbono orgânico no solo podem ser influenciados pelo acúmulo de N e a relação C/N dos resíduos usados. As leguminosas dispõem de altos teores de nitrogênio e relação C/N menor (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014), de modo que quando utilizadas como plantas de cobertura acabam produzindo palhada de rápida decomposição e disponibilização de N para as culturas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014).

A influência do N existe porque os estoques de C e N no solo estão relacionados entre si e para que ocorra essa relação, é necessário que exista constante incorporação de N ao solo (AMADO, 2001) para que o acúmulo de carbono ocorra (URQUIAGA *et al.*, 2010).

Entretanto, quanto menor a relação C/N, menor a quantidade de carbono presente no resíduo. Por outro lado, altos valores de relação C/N resultam em decomposição lenta da palhada e maior consumo de N. Desse modo, para Urquiaga *et al.* (2010), para que haja estoques de carbono no solo em termos consideráveis, o sistema de manejo definido deve proporcionar a redução da degradação da MOS à medida que garante o acréscimo de nitrogênio no solo.

Como exemplo prático, Costa *et al.* (2008) avaliaram a influência dos sistemas de manejo sobre o estoque de carbono e emissões de dióxido de carbono em um solo. Os autores verificaram que sob plantio direto com leguminosas como plantas de cobertura, o fornecimento de N favoreceu o balanço positivo de C ao mesmo tempo que beneficiou o acúmulo do elemento nesse solo.

As leguminosas estabelecidas como medida de conservação podem contribuir para o aumento de carbono nos solos e redução das taxas de emissão de C-CO₂ (COSTA *et al.*, 2008). As leguminosas que possuem alta produção de biomassa favorecem a conservação dos estoques de carbono, a qualidade do solo e do ambiente, além dos estoques de nitrogênio (LOVATO, 2004).

2.3 Sistemas de manejo com leguminosas adubadoras

2.3.1 Aspectos gerais

Dentre as maiores famílias botânicas catalogadas, encontra-se a Fabaceae, popularmente conhecida como a família das leguminosas. Com um vasto número de espécies, está presente por todo o país nos mais variados hábitos de crescimento e destinação de uso. Das características que possui, se sobressai a capacidade de fixação biológica do nitrogênio por

meio de associação simbiótica com bactérias (MOURÃO, 2011). São detentoras do mecanismo simbiótico mais sofisticado e eficiente entre as plantas associadas às bactérias fixadoras de N₂, garantindo assim, papel importante na agricultura tropical (DÖBEREINER 1990).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) ocorre quando bactérias fixadoras do elemento, especialmente as do gênero *Rhizobium*, formam nódulos nas raízes da planta, onde o nitrogênio fixado é convertido em formas assimiláveis a estas (ARAÚJO, 1994). Os microrganismos responsáveis por esse processo são exclusivamente procariontes. A relação simbiótica microrganismo – planta mais conhecida e considerada a melhor pertence à família Leguminosae (DÖBEREINER, 1984).

Para que a FBN seja eficiente, é preciso que os fatores condicionantes sejam respeitados. Os fatores são divididos em internos, inerentes à planta (fitohormônios e disponibilidade de fotoassimilados) e externos, relacionados ao ambiente (temperatura radicular, teor de oxigênio no nódulo, disponibilidade hídrica, disponibilidade de nutrientes) (FAGAN, 2007).

Muitas espécies leguminosas fazem parte da alimentação humana, tendo importância mundial, como por exemplo, feijão, amendoim, grão de bico, ervilha e soja (MOURÃO, 2011). Quando usadas como cultura de cobertura, o principal benefício das leguminosas quando comparadas a outras espécies é o incremento de N fixado biologicamente, que possibilita maior produção de biomassa e grãos em culturas comerciais.

As leguminosas possuem alta aplicabilidade na produção agrícola. Além de favorecer a qualidade química do solo, a troca ou diminuição de fertilizantes nitrogenados minerais por leguminosas pode atuar na qualidade ambiental do solo, viabilizando a redução da queima de combustíveis fósseis ao reduzir o consumo de energia (AMADO, 1999). Na fruticultura tropical são utilizadas mais que qualquer outro grupo vegetal, pois oferecem variadas opções de uso, dentre elas: proteção do solo, recuperação de áreas, adubação verde, produção de forragem e grãos e legumes (MARTINS *et al.*, 2019).

2.3.2 Leguminosas arbóreo-arbustivas consorciadas com culturas perenes

Bem como as anuais, as leguminosas perenes também podem ser utilizadas como plantas de cobertura e consorciadas com outras culturas perenes. De maneira oposta às anuais, as leguminosas perenes rebrotam após o corte, formando uma cobertura viva permanente no solo (ESPINDOLA *et al.*, 2006). Estudando a fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em um pomar de mangueira e gravioleira, Paulino *et al.* (2009) constataram que dentre as espécies leguminosas utilizadas em seu estudo – crotalária, glicírdia e feijão-

gandu -, a gliricídia expressou maior capacidade de fixar nitrogênio e juntamente com a crotalária pode agregar uma quantidade maior de N da que é requerida pelas espécies frutíferas estudadas no trabalho. Ainda, segundo os autores, a FBN foi responsável pelo acúmulo de nitrogênio na biomassa da gliricídia, que resultou em 45 e 106% acima da demanda da cultura da mangueira no terceiro e quarto ano, respectivamente. Para a gravioleira, houve a quantidade acumulada de 45 e 6%.

Em relação à transferência de N para a culturas, Paulino *et al.* (2009) observaram que a gliricídia também apresentou os melhores resultados, visto que a crotalária transferiu 22,5% do N fixado biologicamente para a cultura da graviola, enquanto a gliricídia transferiu 40%. Dessa forma, gravioleiras adubadas com resíduos de gliricídia receberam maior fração de N do que aquelas adubadas com resíduos de crotalária. Além disso, foi visto que após 60 dias, os resíduos de gliricídia disponibilizaram N suficiente para que houvesse mudanças nos teores de N dos tecidos da gravioleira. Por consequência, espera-se que se tenha economia em fertilizantes nitrogenados ao adotar sistemas como estes (aléias com gliricídia e consórcio com crotalária).

Espindola *et al.* (2006), em estudo sobre a decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas consorciadas com bananeira, demonstraram o potencial das espécies – amendoim forrageiro, cudzu tropical e siratro –na liberação de nutrientes. Segundo os autores, na estação seca 50% dos nutrientes inclusos nas leguminosas foram liberados em até 120 dias (exceto Ca) e na estação chuvosa, essa mesma quantidade foi liberada em até 60 dias.

Em ambas as estações, os resíduos vegetais da parte aérea das leguminosas apresentaram maiores teores de N em relação à vegetação espontânea. Além do N, as espécies tiveram maior acúmulo de Ca e Mg. Quando avaliada a velocidade de decomposição, observou-se que o amendoim forrageiro se compôs com maior velocidade, enquanto a vegetação espontânea mostrou comportamento mais lento. Além da rápida decomposição, os resíduos de amendoim forrageiro liberaram N em um espaço de tempo curto (ESPÍNDOLA *et al.*, 2006).

Apesar de todas as leguminosas estudadas por Espíndola *et al.* (2006) terem apresentado rápida liberação de nutrientes, os resultados mostraram que cudzu tropical e siratro são boas opções para cenários onde exista a necessidade de liberação mais lenta de N, enquanto para casos em que se espera rápida liberação de nitrogênio, o amendoim forrageiro foi a espécie mais adequada.

2.3.3 Cultura do Coco

Além das culturas de banana e manga, a cultura do coco tem grande potencial para ser associada com leguminosas. O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) está presente em aproximadamente 90 países. O mercado internacional tem como foco principal a produção de derivados do coco, como copra e óleo (BRAINER, 2018). Essa espécie está entre as 20 plantas cultivadas mais importantes (NEGRISOLI *et al.*, 2011) e é uma das frutíferas mais difundidas no mundo, de forma natural. O cultivo tem sido significativo pelo mundo, pois possui fácil adaptação e dispersão, além de permitir comercialização variada, pois todas as partes do coco podem gerar retorno financeiro, tanto na forma in natura quanto industrializada (NEGRISOLI *et al.*, 2011).

O coqueiro é produzido em todas as regiões do Brasil. Em 2018, a produção nacional foi de 1.562 milhões de frutos em 215,7 mil hectares de área cultivada, dividida entre coqueiro anão e gigante. Devido às condições edafoclimáticas favoráveis à cultura, o Nordeste lidera a produção nacional; entretanto, a produtividade da região sofre queda desde meados de 1990. Uma das razões para o decréscimo foi a expansão da cultura pelo país, aliado a práticas de cultivo melhoradas e a demanda por água de coco. Enquanto no Nordeste a produção é por pequenos e médios produtores, nas demais regiões, o cultivo é realizado grandes produtores e empresas agrícolas (BRAINER, 2018).

O Ceará ocupava a 3^o colocação no ranking de maiores produtores brasileiros. Contudo, a seca prolongada e a consequente escassez hídrica, somadas ao fato de que grande parte da produção é no regime semiextrativista, levaram à redução no rendimento da produção cearense (BRAINER, 2018).

Em plantios de coco a gliricídia é bastante utilizada em consórcio e como adubo verde. A grande disponibilidade de sementes, fácil estabelecimento e desenvolvimento, aliados a rápida decomposição e baixo custo, são umas das principais vantagens dessa espécie, principalmente para coqueiros em solos arenosos costeiros (SUBRAMANIAN *et al.*, 2000).

Em termos de produtividade anual, o uso de gliricídia como adubo verde pode substituir a exigência do coqueiro de NPK em 90%, 25% e 15% respectivamente (SUBRAMANIAN *et al.*, 2000). Os autores avaliaram o cultivo de gliricídia como adubo verde em plantio de coco sob solo arenoso litorâneo e verificou que o aumento da densidade de plantio proporcionou o aumento significativo da biomassa. Os melhores resultados vieram do tratamento com três fileiras de gliricídia entre duas fileiras de coqueiros, que em dois anos resultou em 78 kg de N, 6 kg de P e 27 kg de K.

No entanto, a escolha da espécie leguminosa, depende de características da região

e do local onde será realizado o cultivo, principalmente às condições edafoclimáticas microrregionais. Ademais, as plantas a serem consorciadas devem ser estabelecidas mediante aos fatores limitantes de desenvolvimento e implantação, especificamente temperatura, disponibilidade de água, fertilidade do solo, produção de biomassa, entre outros (MARTINS *et al.*, 2019).

2.3.4 Manejo de leguminosas adubadoras influenciando atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio no solo

Para a manutenção do estoque de carbono e nitrogênio do solo é primordial que se tenha o aporte de material orgânico necessário, preferivelmente por meio de adubos verdes. Espécies cuja produção de biomassa seja elevada são as mais indicadas, pois irão promover maior acúmulo de carbono e nitrogênio no solo (RIBEIRO *et al.*, 2011). As leguminosas perenes são um bom exemplo.

O incremento de resíduos provenientes de leguminosas pode promover aumento nos teores de carbono no solo em curto período. Lima *et al.* (2018) avaliaram os efeitos de adubos verdes nos estoques de carbono de um Neossolo Quatzarênico, tendo como resultado o aumento de 221% no carbono orgânico particulado (COp) nos primeiros 10 cm do solo e 330% na camada de 10-20 cm ao utilizar feijão guandu comparado à vegetação nativa. O maior valor de carbono orgânico total (COT) foi encontrado na camada de 10-20 cm no mesmo tratamento.

Do mesmo modo, Pereira *et al.* (2018) constataram aumento dos estoques de carbono devido à adubação verde em solo cultivado com café. Os dados mostraram acréscimo no COT na camada de 0-5 cm, que foi de 5,81 Mg ha⁻¹ a 8,84 Mg ha⁻¹ em 300 dias. Na camada de 5-10 cm houve incremento de carbono após 120 dias. Além dos fatores externos, a adubação verde e a decomposição desses resíduos contribuíram para que ocorresse aumento dos estoques em ambas as camadas.

A inclusão de plantas de cobertura nos sistemas de produção é uma ferramenta aliada à reposição/recuperação dos estoques de carbono total (CT) e nitrogênio total (NT) dos solos. É uma prática que visa a sustentabilidade do solo agrícola, sendo um dos pilares do Sistema de Plantio Direto (SPD). A combinação entre elas é de grande sucesso e pode influenciar nos teores de COT, assim como demonstraram Amado *et al.* (2001) que, a partir do quarto ano de SPD e a utilização de leguminosas, conseguiram recuperar os estoques de carbono orgânico e NT do solo. Dentre os tratamentos testados pelos autores citados, a mucuna recebeu destaque ao proporcionar os melhores resultados no aumento dos estoques que, porventura, ocorreram na camada superficial do solo de até 5 cm.

Ademais, a adubação verde é uma prática que propicia melhorias aos parâmetros físicos do solo, como densidade, porosidade, agregação, infiltração de água e outros. Tais benefícios são interessantes para solos com características físicas degradadas. Leguminosas herbáceas perenes promoveram maior proporção de agregados estáveis na classe > 2mm para a camada de 0-5 cm e de 5-10 cm (PERIN *et al.*, 2002). O aumento dos agregados na primeira camada foi de aproximadamente 38% em relação à área controle (PERIN *et al.*, 2002). Já para a segunda camada foi observado aumento de 33% (PERIN *et al.*, 2002). É interessante mencionar que o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados foi estatisticamente maior para os tratamentos com leguminosas (PERIN *et al.*, 2002).

Sob o mesmo ponto de vista, porém relacionando outro atributo físico (porosidade)), Chieza *et al.* (2013), em experimento em área de consórcio entre milho e leguminosas de verão, observaram aumento significativo nos macroporos na profundidade de 0-5 cm do solo em relação à área de pousio. Barreto (2001), ao avaliar os efeitos da adição da biomassa de leguminosas em solos de tabuleiros costeiros, evidenciou que houve redução nos valores da densidade e conseqüentemente aumento da porosidade do solo na profundidade de 0-15 cm. Segundo o autor, isso ocorreu devido principalmente à incorporação da biomassa de gliricídia. Resultado semelhante obteve Fischler (1999) com o uso de crotalária, que não aumentou apenas o N, mas tornou as características físicas do solo mais favoráveis à produção, promovendo diminuição da densidade do solo e aumento da capacidade de infiltração de água do solo.

Em síntese, a adubação verde permite a melhoria do solo, contribuindo para a manutenção e restabelecimento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A conservação do solo e o aumento na produtividade das culturas são alguns dos benefícios promovidos por esta prática. Contudo, apesar das vantagens, é necessária a validação das informações para a incorporação das práticas de adubação verde nas unidades produtivas. A seleção de espécies mais adequadas às condições edafoclimáticas de determinadas regiões e estratégias de manejo que conciliem o ciclo das leguminosas e as culturas de interesse, garantindo dessa forma, a liberação de nutrientes no momento de maior demanda pelas culturas de retorno são os principais pontos a serem verificados (ESPINDOLA *et al.*, 2006).

A hipótese testada neste estudo foi de que a espécie de leguminosa arbóreo-arbustiva *Gliricídia sepium* e o espaçamento 1 x 0,5m para esta leguminosa que, em sistema consorciado com coqueiro em solo arenoso, resulta em maiores teores e estoques de carbono e nitrogênio, diferindo dos teores e estoques obtidos só com a vegetação de regeneração. O

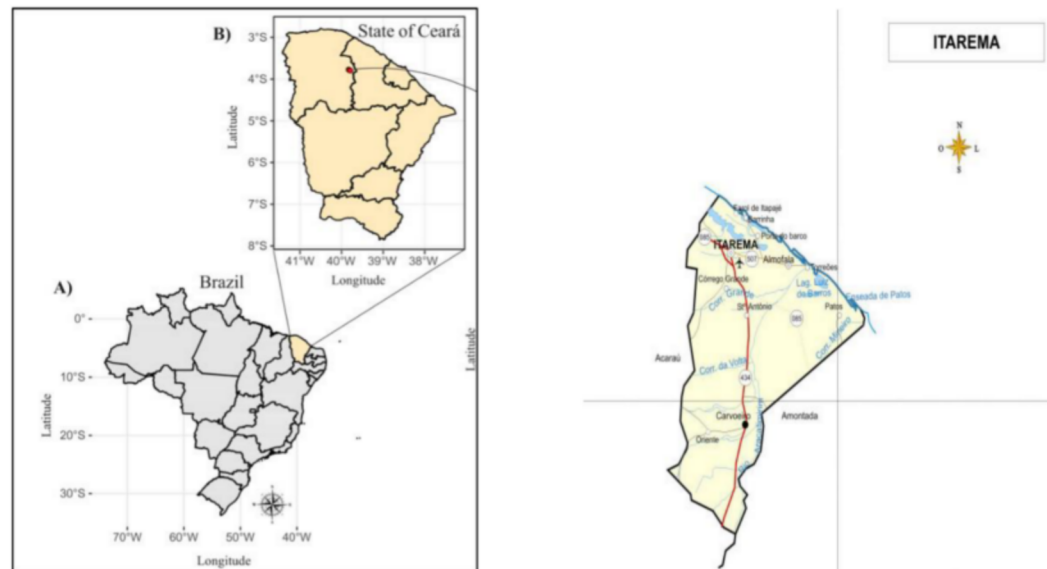
objetivo do estudo foi determinar o teor de carbono e nitrogênio, densidade do solo e os estoques de carbono e nitrogênio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O estudo foi conduzido na Fazenda Aguapé, situada na zona costeira Oeste do Estado do Ceará, nas coordenadas geográficas $2^{\circ}58'33''\text{S}$ e $39^{\circ}47'30''\text{W}$. A fazenda pertence à empresa Dikoko Agroindustrial Ltda e está localizada no município de Itarema – CE ($2^{\circ}55'13''$ $39^{\circ}54'54''$, IPECE, 2017). O clima da região é classificado como tropical quente semiárido brando a tropical quente semiárido, com temperaturas médias variando de 26 a 28°C e altitude de 20 m (IPECE, 2017). Quanto à classificação dos solos dessa região, eles são predominantemente Neossolos Quartzarênicos, Planossolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelo, Gleissolos Sálcos e Planossolos Nátricos (IPECE, 2017). A área do experimento é caracterizada por um Neossolo Quartzarênico órtico típico.

Figura 1. Localização geográfica do município Itarema.



Fonte: IPECE 2017.

Tabela 1. Caracterização geral do solo da área experimental feita por meio da análise de dois perfis representativos da área.

Perfil 1	Prof.	Areia	Silte	Argila	P	C	N		
Hor.	cm	%	%	%	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
Ap1	0-14	93,2	2,6	4,0	8,19	9,25	0,59		
Ap2	14-26	93,7	2,5	3,7	2,36	6,51	0,46		
C1	26-59	96,2	1,93	1,8	2,47	1,96	0,13		
C2	59-92	95,1	4,0	0,7	4,23	2,41	0,12		
C3	92-164	92,2	2,7	5,0	0,99	2,58	0,07		
C4	164-196 +	89,2	2,1	8,6	0,54	1,13	0,07		
Perfil 2	Prof.	Areia	Silte	Argila	P	C	N		
Hor.	cm	%	%	%	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
Ap1	0-5	94,3	2,2	3,4	27,14	7,87	0,39		
Ap2	5-16	94,8	2,1	2,9	7,71	3,80	0,23		
C1	16-33	95,3	1,4	3,2	1,42	2,32	0,13		
C2	33-105	93,7	1,6	4,5	0,58	3,77	0,10		
C3	105-139+	92,4	2,6	4,9	0,64	1,98	0,10		
Perfil 1	pH	Ca	Mg	Na	K	SB	H+Al	CTC	PST
Hor.		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							%
Ap1		0,55	0,38	0,07	0,09	1,09	4,35	5,44	1,28
Ap2		0,58	0,12	0,07	0,07	0,84	3,44	4,28	1,63
C1		0,04	0,05	0,07	0,05	0,21	2,12	2,33	3,00
C2		-	0,07	0,07	0,05	0,19	2,23	2,42	2,89
C3		-	0,03	0,07	0,08	0,18	2,35	2,53	2,76
C4		-	-	0,08	0,08	0,16	2,58	2,74	2,91
Perfil 2	pH	Ca	Mg	Na	K	SB	H+Al	CTC	PST
Hor.		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							%
Ap1		0,71	0,39	0,07	0,12	1,29	3,6	4,89	1,43
Ap2		0,53	0,19	0,06	0,09	0,87	3,5	4,37	1,37
C1		0,61	0,02	0,06	0,05	0,74	1,9	2,64	2,27
C2		0,23	-	0,06	0,06	0,35	2,5	2,85	2,10
C3		0,19	-	0,07	0,07	0,35	2,1	2,45	2,85

Tabela 2. Determinação da densidade das amostras de solo coletadas para cada tratamento (n=2).

	Densidade
Amostra de solo	g m ⁻³
1x1m - Gliricídia	1,2
1x0,5m - Gliricídia	1,2
1x0,25m - Gliricídia	1,4
1x1m - Sabiá	1,3
1x0,5m - Sabiá	1,2
1x0,25m - Sabiá	1,2
Teste	1,3

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com esquema fatorial $2 \times 3 + 1$ com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por parcelas contendo 13 coqueiros híbridos estabelecidos em espaçamento triangular com 9 m entre os coqueiros. O primeiro fator de tratamento foi constituído por duas espécies de leguminosas (*Gliricidia sepium* e *Mimosa caesalpiniaefolia*) estabelecidas nas linhas dos coqueiros e o segundo fator de tratamento foi constituído por três espaçamentos de plantio entre as leguminosas (1 x 1 m, 1 x 0,5 m e 1 x 0,25 m). O plantio das leguminosas ocorreu no raio de 2,5 m de distância dos coqueiros. O tratamento controle não apresentou leguminosas, mas apenas vegetação de regeneração (gramínea).

3.1 Condução do experimento

A instalação do experimento aconteceu no início do período chuvoso de 2019 em coqueiral constituído por plantas de coqueiro híbrido de 38 anos que foram estabelecidas mediante calagem e adubação.

As leguminosas foram estabelecidas nas entrelinhas dos coqueiros por meio de mudas produzidas em sacos de polietileno com substrato composto por areia. As sementes utilizadas no experimento receberam inoculante próprio, adquirido na Embrapa Agrobiologia. As mudas foram transplantadas no campo aos 70 dias após a semeadura.

Após transplântio das mudas foi realizado o controle manual do mato nas parcelas com as leguminosas, enquanto nas parcelas do tratamento controle foi permitida a regeneração da vegetação. Toda a área do experimento foi mantida em regime de sequeiro e não houve aplicação de fertilizantes a partir da instalação do experimento.

As mudas das leguminosas se estabeleceram e as plantas sofreram duas podas de parte aérea no início dos períodos chuvosos de 2020 e 2021. Nas parcelas do tratamento controle foi feito corte da parte aérea da vegetação de regeneração. O material vegetal cortado foi depositado na superfície do solo, no entorno dos coqueiros.

3.2 Coletas

A coleta de solo foi realizada por meio de trado holandês na camada de 0-20 cm dois meses após o segundo corte das leguminosas no ano de 2021. Além das amostras deformadas coletadas por meio do trado, foram coletadas nove amostras indeformadas representativas de uma repetição das combinações entre leguminosas e espaçamentos e

representativas do tratamento controle. As amostras indeformadas foram coletadas por meio de anel volumétrico feito de aço a apresentando volume interno conhecido. Os cilindros foram inseridos no solo por meio do amostrador tipo Uhland, de forma que a amostra quando retirada do solo permanecesse em sua forma original, sem deformação. Ambas as coletas foram realizadas no raio de adubação, ou seja, na área de coroamento do coqueiro.

3.3 Avaliações

Nas amostras deformadas foram determinados os teores de carbono total (COT) e nitrogênio total (NT) no solo. O COT foi determinado a partir da digestão com solução de dicromato de potássio e o ácido sulfúrico concentrado, seguindo com a titulação com o sulfato ferroso amoniacal (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Para a determinação do NT, inicialmente foi feita a digestão na qual o N presente na matéria orgânica do solo foi oxidado com ácido sulfúrico em altas temperaturas. Posteriormente, NaOH foi adicionado à solução e então as amostras foram destiladas a vapor, promovendo o arraste do N e condensação até atingir uma solução de ácido bórico. Para quantificar o N presente na solução de ácido bórico, foi feita a titulação com ácido sulfúrico, em que a quantidade de ácido gasta para titular cada amostra é proporcional a quantidade de N nas mesmas (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Nas amostras indeformadas foram determinadas informações para caracterização física do solo, tais como umidade na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente para cálculo da água disponível, bem como a densidade. Para essas determinações foram seguidos procedimentos descritos em Teixeira *et al.* (2017).

Com os dados do teor de COT e NT e com os dados de densidade do solo, foi determinado o estoque de carbono e de nitrogênio, conforme fórmula a seguir:

$$\text{EstC} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e) / 10 \text{ e } \text{EstN} = (\text{NT} \times \text{Ds} \times e) / 10$$

Em que:

EstC é o estoque de C orgânico em determinada profundidade e EstN é o estoque de nitrogênio em determinada profundidade

CO é o teor de C orgânico total/NT é o teor de nitrogênio total

Ds é a densidade do solo média da profundidade, determinada a partir de amostras indeformadas, mostrada na Tabela 1.

e é a espessura da camada considerada (cm).

3.4 Análise estatística

De início foi feita a análise da normalidade e homogeneidade dos dados. Para dados com distribuição normal, foi realizada a análise de variância (ANOVA) com teste de Tukey para comparação de médias e teste de Dunnet para comparação com o tratamento controle. O programa estatístico utilizado foi o SAS.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Normalidade e Homogeneidade

Todos os dados analisados (EstN, EstC, TeorN e TeorC) apresentaram distribuição normal, com valores de p maiores que 5% de probabilidade (Tabela 3). Entretanto, em termos de homogeneidade, ocorreu situação contrária, todos os atributos testados não foram homogêneos (Tabela 3). Essa não-homogeneidade provavelmente ocorreu porque as médias variaram de forma distinta entre os atributos, ou seja, houve variabilidade de dados. Sendo assim, foi necessário transformar dados para posterior realização da análise de variância. As transformações realizadas foram: EstN elevado à 0,6; EstC elevado à 0,1; TeorC elevado à -0,1; TeorN elevado à 0,1.

Tabela 3. Resumo dos testes de normalidade e de homogeneidade aplicados aos dados de teores e estoques de carbono (C) e nitrogênio (N) no solo da área experimental.

Testes	Teor C	Teor N	EstC	EstN
-----Normalidade – Valor de p-----				
Shapiro-Wilk	0,3416 ^{ns}	0,3073 ^{ns}	0,7697 ^{ns}	0,3463 ^{ns}
Kolmogorov-Smirnov	>0,1500 ^{ns}	0,0916 ^{ns}	>0,1500 ^{ns}	>0,1500 ^{ns}
Cramer-von Mises	>0,2500 ^{ns}	0,2042 ^{ns}	>0,2500 ^{ns}	0,2280 ^{ns}
Anderson-Darling	>0,2500 ^{ns}	>0,2500 ^{ns}	>0,2500 ^{ns}	>0,2500 ^{ns}
-----Homogeneidade - Pr > F-----				
Levene	0,0088**	<0,001**	0,0133*	< 0,0001**

^{ns} não significativo, ** significativo a 1% de probabilidade, * significativa a 5% de probabilidade.

4.2 Análise de variância

Na ANOVA, o parâmetro EstN apresentou diferença estatística na interação espaçamento x leguminosa, indicando influência desses fatores no estoque de nitrogênio no solo. Contudo, para os teores de C, N e EstC a interação entre os fatores não foi significativa (Tabela 4). De forma isolada, o fator espaçamento apresentou significância a 1% de probabilidade para todos os parâmetros em análise, indicando variação desses parâmetros no solo em função dos espaçamentos entre as leguminosas (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise da variância (ANOVA) para teores de carbono (C) e nitrogênio (N) e para o estoque de carbono (EstC) e nitrogênio (EstN) na camada de 0-20 cm do solo em que foram plantadas duas leguminosas em três espaçamentos distintos consorciadas com a cultura do coqueiro.

Fonte de variação	C	N	EstC	EstN
	-----Valor F-----			
Bloco	0,05 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Leguminosas (L)	1,45 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,55 ^{ns}
Espaçamentos (E)	33,7 ^{**}	9,84 ^{**}	36 ^{**}	10,6 ^{**}
L x E	2,10 ^{ns}	1,17 ^{ns}	3,16 ^{ns}	3,83 [*]
CV% ¹	10,3	9,41	10,4	5,6

¹ Coeficiente de variação; ^{ns} não significativo; ^{**} significativo a 1% de probabilidade; ^{*} significativa a 5% de probabilidade.

4.3 EstN

O EstN variou de 1,64 a 2,87 Mg ha⁻¹ (Gráfico 1). Quanto a resposta à interação espaçamento x leguminosa, o espaçamento E2 resultou em maiores médias (2,87 Mg ha⁻¹ para *G. sepium* e 2,56 Mg ha⁻¹ para *M. caesalpiniaefolia*, respectivamente) (Gráfico 1). Esses resultados têm relação com os teores de N presentes nas leguminosas que, normalmente, apresentam relação C/N baixa e assim liberam N de forma mais rápida (SOUZA *et al.*, 2015). Já o resultado observado para o espaçamento intermediário E2 (1x0,5m), provavelmente se deve ao fato de que esse espaçamento resulta em densidade de plantas considerável na parcela, mas que ainda assim proporciona bom arranjo, permitindo que as plantas produzam a maior quantidade de biomassa sem riscos ao seu desenvolvimento, como por exemplo, competição por água e nutrientes. Nesse sentido, presume-se que no E2 há maior acúmulo de cobertura vegetal sobre o solo no período entre as podas, favorecendo o acúmulo de N no solo. Em estudo realizado avaliando a biomassa desse mesmo experimento, Lima (2021) observou que em 2020 a matéria fresca foi superior para a Gliricídia nos espaçamentos 1x0,5 e 1x0,25 m (35,4 e 33,5 Mg/ha), já a matéria seca não diferiu entre espécies e espaçamentos, variando de 3,3 a 8,7 Mg/ha. Em 2021 a matéria fresca foi maior para a Gliricídia em todos os espaçamentos (57,8 a 69,4 Mg/ha) quando comparada ao Sabiá (36,7 a 38,7 Mg/ha).

As interações *G. sepium*-E1 e *M. caesalpiniaefolia*-E3 apresentaram as menores médias de EstN (1,94 e 1,64 Mg ha⁻¹, nessa ordem) (Gráfico 1). Além disso, ambas as médias foram inferiores ao controle (2,34 Mg ha⁻¹). De forma prática, dentre os três espaçamentos, E1 é o maior (1x1m), apresentando menor densidade de plantas, ou seja, a área a ser coberta pela

biomassa produzida é a mesma que as demais parcelas, contudo, com menos plantas para produzir. Dessa forma, o aporte e acúmulo de N no solo foi afetado negativamente, influenciando diretamente o EstN. Drumond e Filho (1999) recomendam espaçamentos maiores no cultivo de *G. sepium* apenas quando o objetivo for produção de lenha e estacas.

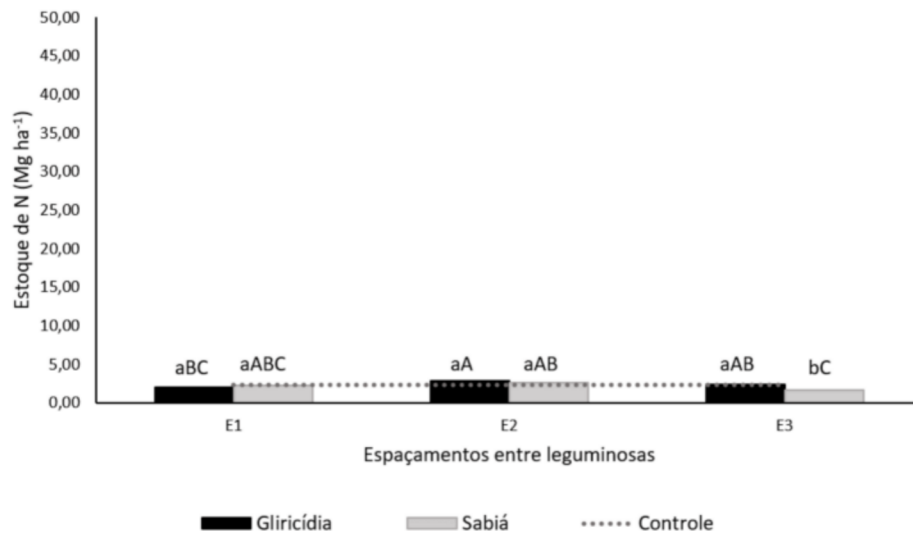


Gráfico 1. Estoque de Nitrogênio sob os diferentes espaçamentos e espécies leguminosas (interação espaçamento x leguminosa).

Na interação *M. caesalpiniaefolia* E3, ocorreu o inverso, menor espaçamento e adensamento alto, que podem ter estimulado a competição entre as plantas, a redução da incidência de luz e o auto sombreamento, de modo a afetar o crescimento vegetal (Gráfico 1). Pinto et al (2016) mostraram a relação entre sombreamento e o crescimento do Sabiá, de modo que as mudas mantidas em ambiente sob sombrite 50% apresentaram aumento em altura, área foliar e massa seca das plantas, quando comparado ao tratamento a pleno sol. Resultado similar ao encontrado por Boaventura (2021), ao avaliar mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* em três níveis de luminosidade (30%, 50% e luminosidade total), as quais obtiveram melhor desenvolvimento quando produzidas em 30% de luminosidade, com folhas mais vigorosas e altas. Dessa forma, mesmo que em situação de sombreamento causado pelas plantas de coqueiro, o sabiá não apresentou boa produção de biomassa quando comparada a outra espécie leguminosa (*G. sepium*) avaliada no experimento.

Castro et al. (1987) afirmam que a redução do espaçamento entre plantas leva a uma maior competição por fatores de crescimento, fazendo com que elas permaneçam menores. Isso, associado a menos espaço físico disponível, resulta na limitação da expansão foliar.

Em contrapartida, as maiores médias do EstN foram obtidas nas interações *G. sepium* x E2 e *M. caesalpiniaefolia* x E2 com 2,87 e 2,56 Mg ha⁻¹, respectivamente (Gráfico 1). Apesar de serem maiores que o controle, a diferença entre os valores foi pequena, não sendo suficiente para que houvesse diferença estatística entre eles.

4.4 EstC

O estoque de carbono no solo variou de 30,59 a 44,47 Mg ha⁻¹ (Gráfico 2). O fator espaçamento apresentou influência sobre o estoque de carbono no solo. Dentre os espaçamentos testados o E2 diferiu estatisticamente dos demais e resultou em maior média (44,47 Mg ha⁻¹). Com médias de 32,19 Mg ha⁻¹ e 30,59 Mg ha⁻¹, E1 e E3, respectivamente, não diferiram estatisticamente do tratamento controle (32,39 Mg ha⁻¹).

Amado (2001), avaliando o sistema de manejo mucuna + milho, obteve o valor de 27,48 Mg ha⁻¹ para o estoque de carbono nos primeiros 5 cm de solo. Imbana *et al.* (2021), comparando leguminosas de baixo porte entre si, encontraram valores que variaram de 12,87 a 23,52 Mg ha⁻¹ para os estoques na profundidade de 0-10 cm. Já Loss *et al.* (2012) encontraram altos valores de estoques, variando entre 52,52 a 185,66 Mg ha⁻¹ com a combinação entre leguminosas e gramíneas.

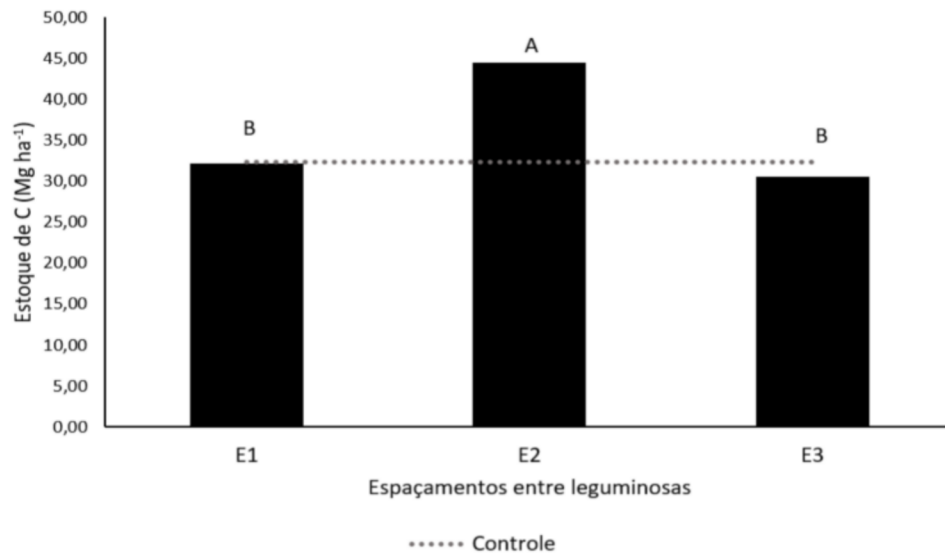


Gráfico 2. Estoque de Carbono sob os diferentes espaçamentos de plantio das leguminosas (resposta aos espaçamentos).

Em estudo com *Gliricidia sepium* e seu potencial como adubo verde, Santos *et al.* (2012) verificaram que os EstC do solo variaram entre 47,9 e 55,81 Mg ha⁻¹ quando utilizada

a gliricídia como cobertura vegetal e 30,65 a 40,1 Mg ha⁻¹ quando utilizada incorporada ao solo.

Os resultados do presente trabalho são similares aos de Santos *et al.* (2012), contudo, com valores menores. Este resultado pode estar relacionado com a dinâmica da matéria orgânica no solo, visto que solos arenosos tendem a possuir baixo teor de MO à medida que apresentam decomposição rápida da mesma (BRADY, 2009). A redução na taxa de MOS infere em perdas de carbono (BRADY, 2009), pois esta é uma das principais fornecedoras desse elemento (FABRÍCIO, 1999). Logo, o balanço entre ganhos e perdas pode ter sido desfavorável para a manutenção do EstC nesse solo.

Freitas *et al.* (2018) evidenciam a correlação positiva entre EstC e MO, mostrando que os estoques de carbono têm aumento conforme as taxas de matéria orgânica aumentam no solo e vice-versa. No mesmo estudo os autores demonstram a correlação negativa entre densidade e MO.

Solos com a mesma concentração de carbono, mas com diferentes densidades, têm estoques de carbono diferentes (PARRON *et al.*, 2015). A densidade que caracteriza o espaçamento E2 foi de 1,2 g/cm³ (Tabela 2), sendo o menor valor entre as amostras de solo. A variabilidade espacial no estoque de carbono de um solo foi demonstrada por Machado *et al.* (2005) em uma área com 13 ha de lavoura produtora de grãos sob plantio direto, que teve uma variação de 26 a 62 Mg C ha⁻¹ nos primeiros 20 cm de solo.

No entanto, o espaçamento E2 alcançou melhores resultados para o EstC, fato que pode ser atribuído às condições favoráveis ao crescimento das leguminosas, acarretando em ótima produção de biomassa e assim maior aporte de C no solo. O fator densidade também pode ser levado em consideração, uma vez que colabora para manter níveis satisfatórios de MO e consequentemente de estoques de carbono.

De acordo com Urquiaga *et al.* (2001) existe relação estreita entre C e N no solo, de modo que a manutenção de carbono/estoque de carbono e MOS depende grandemente da quantidade de nitrogênio do solo. Os autores salientam ainda que os adubos verdes são uma boa fonte de N para o sistema, pois para que a fertilidade e os EstC do solo aumentem, a presença de nitrogênio é fundamental. Essa informação corrobora para o resultado obtido para este parâmetro, já que o espaçamento E2 foi o que apresentou maior média para o EstN também.

4.5 TeorN

Assim como para EstC, o espaçamento influenciou o TeorN no solo. Mantendo o padrão do parâmetro anterior, o espaçamento E2 resultou na maior média (1,04 g/kg) diferindo do controle (0,98 g/kg) e dos demais tratamentos. Os valores médios de E1 e E3 foram 0,83 e

0,76 g kg⁻¹, respectivamente, que foram inferiores ao controle (Gráfico 3). Para médias menores que o controle obtidas em E1 e E3, pode ser que tenha ocorrido processos de lixiviação/volatilização no solo, resultando em teores de N diminuídos, visto que, não seria natural áreas que receberam leguminosas fixadoras de nitrogênio apresentarem quantidades menores do que a parcela testemunha sem fonte de N.

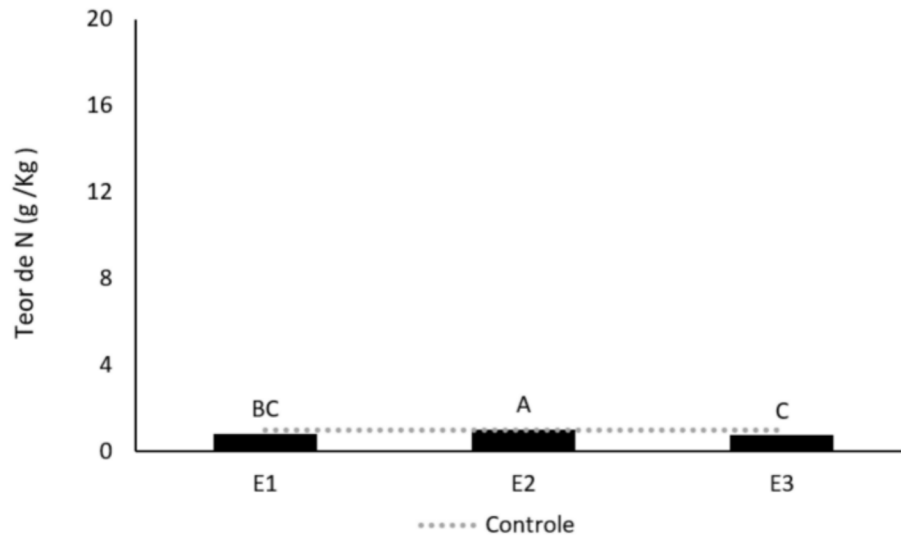


Gráfico 3. Teor de Nitrogênio sob os diferentes espaçamentos de plantio das leguminosas (resposta aos espaçamentos).

Os resultados não foram muito diferentes do encontrado por outros autores. Torres (2011) apresentou valores para teor de N do solo de 1,7; 1,2 e 0,9 g N kg⁻¹ na camada 0-5 cm, e valores de 0,46; 0,40 e 0,26 g N kg⁻¹, na camada 40-60 cm de um solo em recuperação com leguminosas arbóreas. Imbana *et al.* (2021) obtiveram valores variando de 0,8 a 1,2 g kg⁻¹ para a camada 0-5 cm, e de 0,6 a 0,8 g kg⁻¹ na camada 5-10 cm em experimento com mucuna cinza na cobertura do solo. O maior teor de N foi resultante do espaçamento E2, influenciando para que este tratamento também resultasse em maior EstN. Esse espaçamento resulta em mais biomassa e mais N atmosférico fixado.

A influência isolada de E2 no teor de nitrogênio pode estar relacionada ao arranjo espacial proporcionado pelo mesmo, que possivelmente proporcionou maior produção de biomassa, resultando no maior acúmulo de N, visto que a função do espaçamento é justamente maximizar a produção. Arelado a este fato, há a correlação entre o aumento de N que é correspondente ao de C, já discutido anteriormente.

4.6 TeorC

O teor de carbono no solo variou de 11,75 a 16,79 g kg⁻¹. O espaçamento E2 resultou em maior teor de carbono no solo (16,79 g kg⁻¹) (Gráfico 4). Esse valor diferiu daqueles observados para os espaçamentos E1 (12,87 g kg⁻¹) e E3 (11,75 g kg⁻¹) que, por sua vez, foram menores que o observado para o tratamento controle (16,45 g kg⁻¹) (Gráfico 4).

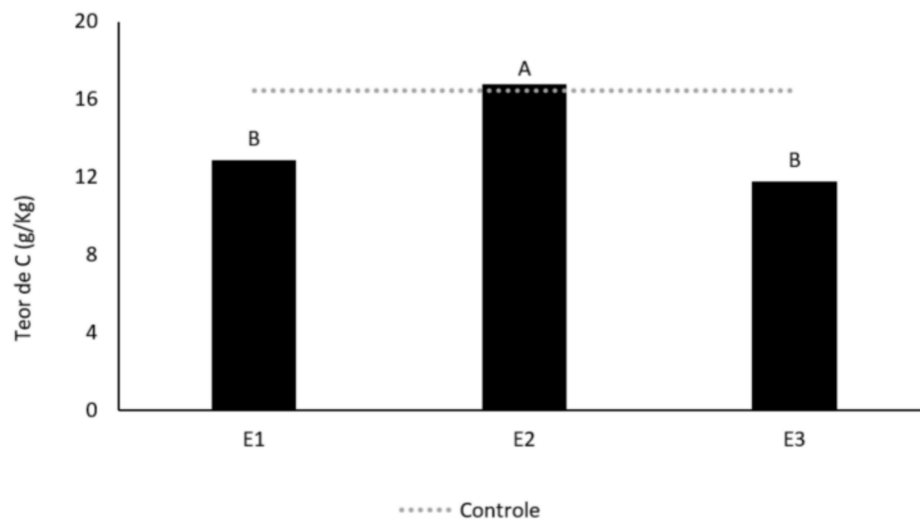


Gráfico 4. Teor de Carbono sob os diferentes espaçamentos de plantio das leguminosas (resposta aos espaçamentos).

Os teores de carbono no solo coincidem com valores encontrados em outros estudos. Sena (2019), analisando a influência da cobertura do solo com a *Gliricidia sepium*, verificou variações no teor de C de 9,80 a 13,70 g kg⁻¹ em 30 cm de solo, onde o maior valor foi encontrado nos primeiros 10 cm. Imbana *et al.* (2021) obtiveram valores de 17,3 g kg⁻¹ na profundidade de 0-5 cm e de 13,8 g kg⁻¹ para 5-10 cm para o solo sob cobertura de mucuna cinza. Santos *et al.* (2012), ao analisar a influência da gliricídia como cobertura vegetal, alcançaram valores de 2,0 e 15,54 g kg⁻¹ para carbono total do solo e carbono total da MO, respectivamente. Para *G. sepium* incorporada ao solo, os autores tiveram resultados variando entre 1,67 e 14,62 g kg⁻¹ para carbono total do solo e carbono total da MO, respectivamente.

Apesar de o E2 apresentar média de teor de carbono maior que o controle, não houve diferença significativa entre tratamentos (Gráfico 4). Embora não diferindo, o TeorC respondeu somente ao espaçamento E2, resultado esse que pode ser discutido de maneira similar ao parâmetro EstC no que diz respeito ao aporte de N e C no solo. Ainda, segundo Urquiaga *et al.* (2001), o aumento dos teores de C e N são correspondentes, logo, se o TeorN no solo é aumentado, o teor de COT sofre acréscimo proporcional.

A resposta do teor de C apenas ao fator espaçamento e não às espécies pode estar

ligada à distribuição espacial que as plantas foram submetidas, otimizando assim, a produção de biomassa de poda e, conseqüentemente, de cobertura do solo e aporte de MO e nutrientes, mesmo que ambas as espécies tenham capacidade de melhoria da fertilidade do solo. Contribuindo com esta hipótese, Machado *et al.* (2018) observam que áreas que possuem baixa quantidade de resíduos associadas às condições climáticas podem sofrer com taxas de decomposição e reações químicas aceleradas, com rápida mineralização da MOS, resultando em diferentes teores de carbono por área.

4.7 Controle x Tratamentos (Teste de Dunnet)

Foi observado que estoques de N, C e teor de C foram superiores em relação ao controle, principalmente no espaçamento E2. Pelo teste de Dunnet foi possível comparar estatisticamente cada tratamento com o controle (Tabela 5). Alguns dos tratamentos (as duas leguminosas nos três espaçamentos) apresentaram médias estatisticamente diferentes do controle para cada um dos parâmetros avaliados. Contudo, em alguns casos essas médias foram inferiores em alguns tratamentos em relação ao controle. Tal fato é verificado no atributo TeorC, no qual Gliricídia E1, Gliricídia E3 e Sabiá E3 diferiram do controle, apresentando valores inferiores a ele. A mesma condição aconteceu para o TeorN e EstN com a espécie Sabiá no espaçamento E3 (Tabela 4).

Os tratamentos cujos atributos ficaram abaixo do controle ocorreram porque as interações não viabilizaram condições propícias para o incremento dos atributos de maneira significativa. De acordo com o teste de Dunnet, foi percebido que nenhuma das médias dos tratamentos Gliricídia E1 e Sabiá E3 foram maiores que o controle. Em contrapartida, todas as médias do tratamento Gliricídia E2 apresentaram valores acima do tratamento controle. Em geral, a maioria dos valores abaixo do controle estão associados aos espaçamentos E1 e E3 independente da espécie. Portanto, a densidade populacional das plantas pode ter grande contribuição nos resultados obtidos. Em termos práticos, isso significa que para maior produção de biomassa e conseqüentemente maior cobertura do solo e aporte de nutrientes, o espaçamento é uma das variáveis limitantes na produção, independente da espécie utilizada.

Tabela 5. Médias dos teores de carbono (C) e nitrogênio (N) e dos estoques de carbono (EstC) e nitrogênio (EstN) na camada de 0-20 cm do solo em que foram plantadas duas leguminosas em três espaçamentos distintos consorciadas com a cultura do coqueiro, comparando-as com o tratamento controle em que não foram plantadas leguminosas e que apresentou o desenvolvimento da vegetação natural.

Tratamentos	C	N	EstC	EstN
	-----g kg ⁻¹ -----		-----Mg ha ⁻¹ -----	
Gliricídia E1	12,68 B	0,81 A	30,42 A	1,96 A
Gliricídia E2	17,92 A	1,10 A	46,60 B	2,87 A
Gliricídia E3	11,90 B	0,84 A	33,32 A	2,37 A
Sabiá E1	13,06 A	0,85 A	33,96 A	2,24 A
Sabiá E2	15,66 A	0,98 A	42,33 B	2,56 A
Sabiá E3	11,61 B	0,68 B	27,86 A	1,64 B
Controle	16,45 A	0,97 A	32,38 A	2,34 A

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Dunnet; significativo a 5% de probabilidade.

Entretanto, é importante que o manejo seja avaliado sob maior tempo de estudo, para reduzir interferências externas e gerar resultados mais sólidos, pois os estoques, principalmente de C, acontecem de forma não linear. Segundo Parron *et al.*, (2015) também é importante considerar o tempo necessário para que o estoque de C orgânico do solo mude com uma mudança no uso ou manejo.

CONCLUSÃO

Os melhores resultados para estoque de nitrogênio foram promovidos no espaçamento 1 x 0,5 m, para a espécie *G. sepium* produzindo a maior média entre as leguminosas. Para estoque de carbono o espaçamento E2 de forma isolada entregou melhor resultado. O mesmo ocorreu para os teores de C e N, apesar de não existir grande diferença entre os valores obtidos para o tratamento controle. Em síntese, os resultados demonstraram que o espaçamento E2 (1x0,5m) juntamente com a *Gliricídia sepium*, podem promover melhorias aos atributos do solo avaliados neste trabalho e, por consequência, à outras propriedades, sendo físicas, químicas e/ou biológicas, endossando a hipótese inicial do estudo. No entanto, para maior aprofundamento e posteriores avanços, seria interessante que a área experimental fosse mantida por um prazo maior, a fim de gerar dados mais sólidos e completos.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUCK, J.; FERNANDES, S. B. V.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de Nitrogênio Total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.23:679-686, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/nVLZPkVJrr4M7N99kGwCWtx/?lang=pt>. Acesso em 15 de novembro de 2021.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 25, núm. 1, 2001, pp. 189-197. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218347021>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.
- ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Goiânia: EMBRAPA-CNPAP; Londrina: EMBRAPA-CNPASO, 1994.
- AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. 1.ed. Colombo, PR, Embrapa Florestas, 2002.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, out. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/FTSZSZtkZ33HZYYj7qJN4Dg/?lang=pt>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.
- BASTOS, Cleverson Leite; KELLER, Vicente. **Aprendendo a aprender: introdução à metodologia científica**. 19. ed. Petrópolis: Vozes, 2006.
- BASTOS, R. S.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ V, V. H.; CORRÊA, M. M.; COSTA, L. M. da. Formação e estabilização de Agregados do solo influenciados por ciclos de umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. **Revista Brasileira De Ciência Do Solo**, Viçosa, v.29, n.1, p. 21-31, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/TVvdRjKcwNRjN4TR5bjtzMk/?lang=pt#>. Acesso em 01 de setembro de 2021. Acesso em 01 de setembro de 2021.
- BATISTA, M.A., INOUE, T.T., ESPER NETO, M., MUNIZ, A.S. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bv3jx/06>. Acesso em 01 de julho de 2021.
- BELOTTO, L. B.; MARCHETTI, J. A.; ZORTÉA, T.; ASSMANN, T. S.; TONIAL, L. M. S. REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 7., 2018, Chapecó, SC. **Anais Fracionamento Granulométrico da Matéria Orgânica Oriunda de Solos sob Sistema de Integração Lavoura-Pecuária**. Chapecó, SC, Campus Xanxerê, 2018. Disponível em: <http://www.sbcns-nrs.org.br/rsbcs/docs/trab-2-5389-753.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2021.
- BENNETT, E. M.; PETERSON, G. D.; GORDON, L. J. Understanding relationships among

multiple ecosystem services. **Ecology Letters**, Oxford, v. 12, p. 1394–1404, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x>. Acesso em 09 de abril de 2022.

BENITES, V. de M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. de A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 7 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/337076>. Acesso em 05 de julho de 2021.

BITTAR, Eduardo Carlos Bianca. **Linguagem jurídica**. São Paulo: Saraiva, 2001.

BOAVENTURA, L. C.; SILVA, L. dos S. A.; SANTOS, N. B. **Efeito do substrato e luminosidade na produção de mudas de mimosa caesalpiniaefolia**, In: OLIVEIRA, R. J. de.; MOREIRA, R. C. Recursos naturais: energia de biomassa florestal. Crossref, 2021, 214p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades do solo. 3. ed. Bookman Editora, 2009.

BRAIDA, J. A.; BAYER, C, Albuquerque JA, Reichert JM. **Matéria orgânica e seu efeito na física do solo**. In: Klauberg Filho O, Mafra Al, Gatiboni LC, editores. Tópicos em ciência do solo [online]. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2011. v. 7. p. 221-278. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283498634_Materia_organica_e_seu_efeito_na_fisica_do_solo. Acesso em 07 de julho de 2021.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. **Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional**. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano.3, n.61, dez.2018. (Caderno Setorial, n.61). Disponível em: <s1dsp01.dmz.bnb:8443/s482-dspace/handle/123456789/374>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

CALONEGO, J. C.; SANTOS, C. H. dos; TIRITAN, C. S.; CUNHA JÚNIOR, J. R. Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil, vol. 25, núm. 2, março-junho, 2012, pp. 128-135. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277223146_ESTOQUES_DE_CARBONO_E_PROPRIEDADES_FISICAS_DE_SOLOS_SUBMETIDOS_A_DIFERENTES_SISTEMAS_DE_MANEJO. Acesso em 14 de janeiro de 2022.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1529-1538, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/jsdTsfDdTyyDtjVM779xd3N/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 24 de junho de 2021.

CARDOZO, S. V.; PEREIRA, M. G.; RAVELLI, A.; LOSS, A. Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.3, p. 515-528, jul./set. 2008. Disponível em:

<https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2763/2364>. Acesso em 01 de setembro de 2021.

CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249p.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUCK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. Vol. 32, n. 1 (jan./fev. 2008), p. 323-332. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/79500>. Acesso em 04 de setembro de 2021.

CONCEIÇÃO, P. C.; BAYER, C.; DIECKOW, J.; SANTOS, D. C. dos. Fracionamento físico da matéria orgânica e índice de manejo de carbono de um Argissolo submetido a sistemas conservacionistas de manejo. **Ciência rural**. Santa Maria. Vol. 44, n. 5 (maio 2014), p. 794-800. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/HHpwczXPS3b4MhGpXrZJXJJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 de novembro de 2021.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D. Atributos físicos do solo sob diferentes preparos e coberturas influenciados pela distribuição de poros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.11, p.1160–1169, 2010. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010001100005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 07 de julho de 2021.

CHIEZA, E. D.; LOVATO, T. ARAÚJO, E. S.; TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 37, núm. 5, 2013, pp. 1393-1401. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/mGRhDk3GSNRJhMRXGLzwhrs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

DÖBEREINER, Johanna. Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, s/n, p. 83-90, jun. 1984. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148075/1/Nodulacao-e-fixacao-de-nitrogenio-em-leguminosas-florestais.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

DÖBEREINER, Johanna. Avanços recentes na pesquisa em fixação biológica de nitrogênio no Brasil. **Estudos Avançados**, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, v. 4, n. 8, pág. 144-152, 1990. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/xWNT7xBGQmpczqtqV3QzwwgXL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste Brasileiro. QUEIROZ, M. A. de.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107419/1/Drumond.pdf>. Acesso em 08 de abril de 2021.

ENCYCLOPEDIA of SOIL SCIENCE. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2006, 860p. Disponível em: <https://ens9004-inf.d.mendoza.edu.ar/sitio/geologia-goemorfologia/upload/12-%20CHESWORTH,%20W.%20-%20LIBRO%20-%20Encyclopedia%20of%20Soil%20Science.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2021.

ESMAEILZADEH, J.; AHANGAR, A. G. Influence of soil organic matter content on soil physical, chemical and biological properties. **The International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v. 4. n. 4, oct-dec 2014. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1053.1590&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 24 de junho de 2021.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**. Vol. 30(2):321-328, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/XsNwPJf5LgvYXJQW6NGfVHw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 de janeiro de 2022.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de; ABBOUD, A. C. de S. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 49 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11957/2/00076310.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

FABRÍCIO, A. C.; SALTON, J. C. **Alterações no teor de matéria orgânica do solo em diferentes sistemas de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 4p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39735/1/COT-07-1999.pdf>. Acesso em 01 de julho de 2021.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q. J. V.; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação do nitrogênio em soja: uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14. n. 1, p. 89-106, 2007. Disponível em: <http://itaya.bio.br/materiais/Fixa%C3%A7%C3%A3o%20biol%C3%B3gica%20do%20nitrogenio.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, T. J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Rev. Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, out./dez. 2010. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/7597/6687>. Acesso em 31 de agosto de 2021.

FISCHLER, M.; WORTMANN, C. S.; FEIL, B. Crotalaria (*C. ochroleuca* G. Don.) as a green manure in maize-bean cropping systems in Uganda. **Field Crops Research**, Volume 61, Issue 2, 1999, Pages 97-107. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429098001506>. Acesso em: 15 de janeiro de 2022.

FONTANA, A.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; CUNHA, T. J. F.; SALTON, J. C. Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária**

Brasileira, Brasília, v. 41, n. 5, p. 847-853, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/JkPbnTZqQH3dgyYwXS9mtmr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 05 de julho de 2021.

FREITAS, L. de.; OLIVEIRA, I. A. de.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, L. S.; CAMPOS, M. C. C. Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 228-239, jan.- mar., 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831575>. Acesso em 10 de abril de 2022.

HORIZONTE. Secretaria Municipal de Educação. **Censo escolar**. Horizonte: Secretaria Municipal de Educação, 2009.

IMBANA, R.; BLUM, S. C.; AGUIAR, M. I.; SOUSA, G. G. de.; NDAMI, M.; DABÓ, I. Leguminosas como plantas de cobertura para melhoria da qualidade do solo. **Revista Verde**, Paraíba v. 16, n.4, out.-dez., p. 351-357, 2021. Disponível em: doi: 10.18378/rvads.v16i4.8861. Acesso em 11 de abril de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil municipal (2017), Itarema-CE. 18 p. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Itarema_2017.pdf. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

KRANZ, C. N.; MCLAUGHHLIN, R. A.; JOHNSON, A.; MILLER, G.; HEITMAN. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils – A concise review. **Journal of Environmental Management**, Volume 261(1):110209, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720301444#:~:text=Compost%20incorporation%20generally%20reduced%20bulk,water%2C%20compared%20to%20unamended%20controls>. Acesso em 01 de setembro de 2021.

LLANILO, R. F.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, vol. 27, núm. 2, abril-junho, 2006, pp. 205-220. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744080015>. Acesso em 07 de julho de 2021.

LARA, Marilda Lopes Ginez de; SMIT, Johanna Wilhelmina. **Temas de pesquisa em Ciência da Informação no Brasil**. São Paulo: Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.repositoriobib.ufc.br/000005/00000588.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2012.

LEITE, L. F. C.; PERESE, V. G.; SAGRILO. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL: CLIMA, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS - ICID+18, 2., 2010, Fortaleza. **Anais Sequestro de carbono em solos da região Semiárida brasileira estimado por modelo de simulação em diferentes sistemas produtivos**. Fortaleza: BND-ETENE: MMA, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174041/1/ArtigoAnaisCongressoLuizFernando.pdf>. Acesso em 04 de setembro de 2021.

LIMA, B. M. de. Encontros Universitários UFC, XL Encontro de Iniciação Científica, 2021, Fortaleza, CE. **Anais Acúmulo de nutrientes na biomassa de leguminosas estabelecidas em diferentes espaçamentos**. Fortaleza, Ceará, Campus do Pici, 2021. Disponível em: <https://eu2021.ufc.br/fortaleza/acumulo-de-nutrientes-na-biomassa-de-leguminosas-estabelecidas-em-diferentes-espacamentos/>. Acesso em 07 de junho de 2022.

LIMA, I. M. O.; SILVA, M. F. G.; ENSINAS, S. C.; SILVA, J. R. M. da; MARQUES FILHO, W. C.; BARBOSA, G. F. Adubos verdes para o incremento dos estoques de carbono em Neossolo Quartzarênico de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.4, e5588, 2018. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v13i4a5588. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J. AYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. Vol. 28, n. 1 (2004), p. 175-187. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/CVfYCXJKmZryKdwqWX8Lg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 04 de setembro de 2021.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. ANJOS, L. H. C. dos. Carbon and Nitrogen Content and Stock in No-Tillage and Crop-livestock Integration Systems in the Cerrado of Goiás State, Brazil. **Journal of Agricultural Science**; Vol. 4, No. 8; 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v4n8p96>. Acesso em 11 de abril de 2022.

MACHADO, L. N.; LOSS, A.; DORTZBACH, D. REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 7., 2018, Chapecó, SC. **Anais Teores e Estoques de Carbono Orgânico Total do Solo Sob Diferentes Tipos de Uso das Terras**. Chapecó, SC, Campus Xanxerê, 2018. Disponível em: <http://www.sbcs-nrs.org.br/rsbcs/docs/trab-6-6651-428.pdf>. Acesso em 2018.

MACHADO, P. L. O. de A. Carbono do Solo e a Mitigação da Mudança Climática Global. **Quim. Nova**, São Paulo, Vol. 28, No. 2, 329-334, 2005. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3157. Acesso em 03 de setembro de 2021.

MARTINS, C. R.; GOMES, C. B.; WOLFF, L. F.; CARDOSO, J. H. **Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado: Brasília, DF: Embrapa, 2019. 66 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195938/1/LIVRO-Leguminosas.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. T. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de mata atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 905-916, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/cntXTXX3TMqFfQCBwkc3zWj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 24 de junho de 2021.

MOURÃO, S. A.; KARAM, D.; SILVA, J. A. A. **Uso de leguminosas no Semiárido mineiro**.

Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 91 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56590/1/doc-135.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PERUCCHI, Valmira. Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 15-36, 2014.

NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; SILVA, E. S.; NEGRISOLI, C. R. de C. B.; SANTOS, N. L. dos; GUZZO, E. C. **Criação em laboratório da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) visando pesquisas para o controle das suas larvas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 6 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53732/1/cot-116.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2021.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de ; MARROM, G. G.; PRADO, R. B. **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

PAULINO, G. M.; ALVES, B. J.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. A. Fixação biológica e descargas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, pág. 1598-1607, dezembro de 2009. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009001200006&lng=en&nrm=iso. Acesso em 07 de janeiro de 2022.

PEREIRA, W. D.; MATINS NETO, L.; OLIVEIRA, T. S. de; SANTOS, R. H. S.; CABALLERO, S. S. U. N-NH₃ volatilizado e estoques de N e C de solo após adubação verde de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.2, e5532, 2018. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v13i2a5532>. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:713-720, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/9vQH6QgnGv58jPgNGHDQmQR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

PILLON, C. N.; POTES, M.; MORAES, C. da; CRUZ, L. E. C. da. **Avaliação da dinâmica da matéria orgânica do solo: cuidados na interpretação**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 17 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33527/1/documento-130.pdf>. Acesso em 01 de julho de 2021.

PINTO, J. R. de S.; DOMBROSKI, J. L. D.; JUNIOR, J. H. dos S.; SOUZA, G. O. de.; FREITAS, R. M. O. de. Crescimento de *Mimosa caesalpiniiifolia benth.*, sob sombreamento no semi-árido nordeste do Brasil. *Rev. Caatinga*, Mossoró, v. 29, n. 2, pág. 384-392, junho de 2016. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252016000200384&lng=en&nrm=iso. acesso em 07 de junho de 2022.

PRESERVAÇÃO do meio ambiente: manifesto do chefe de Seattle ao presidente dos EUA. São Paulo: Babel Cultural, 1987.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; FERNANDES, K. L.; HERMÓGENES, V. T. L. Alterações na estabilidade de agregados de latossolo e argissolo em função do manejo, na entrelinha da seringueira (*Hevea brasiliensis*). **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 6, pág. 1065-1071, dezembro de 2014. Disponível em http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622014000600011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07 de julho de 2021.

RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. V. M. dos.; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, C. A. S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* v.6, n.1, p. 43 - 50 janeiro/março de 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7429750.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2021.

ROSAS, Anny Jacqueline Cysne. **Sustentabilidade da atividade produtora de água envasada em Fortaleza, CE**. 2008. 186 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)–Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192419/1/livro-Dinamica....pdf>. Acesso em 24 de junho de 2021.

ROSSET, J. S.; SCHIAVO, J. A.; ATANÁZIO, R. A. R. Atributos químicos, estoque de carbono orgânico total e das frações humificadas da matéria orgânica do solo em diferentes sistemas de manejo de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2351-2366, set./out. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/280721071>. Acesso em 14 de novembro de 2021.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.622-630, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/4Xz8Mv6sYGZ6CVgvJntqDWN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 24 de junho de 2021.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados de sistemas agropecuários solo em Mato Grosso do Sul. **Rev. Brás. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, pág. 11-21, fevereiro de 2008. Disponível em http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 31 de agosto de 2021.

SANTOS, L. G. dos.; PRIMIO, D. C.; SOUZA, U. O.; SANTOS, R. P. dos.; MENEZES, R. S. C. CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas, Tocantins. **Anais Caracterização química de um neossolo flúvico adubado com esterco bovino e gliricídia**. Palmas, Tocantins, 2012. Disponível em:

<https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4534/1677>. Acesso em 11 de abril de 2022.

SENA, Virley gardeny lima. **Sequestro de carbono e eficiência do uso de nutrientes pelo milho em plantio direto sobre palha de leguminosas arbóreas**. 2019. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Agricultura) - Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O.; CERETTA C.A. Composição da fase sólida do solo. In: MEURER E.J., ed. **Fundamentos da química do solo**. Porto Alegre, Gênese, 2000a p.45-62.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.12, p.2485-2492, dez. 2000. Disponível em <https://www.scielo.br/j/pab/a/sRzJmsSchjcczMkT6Ykjn9g/?lang=pt#>. Acesso em 07 de julho de 2021.

SISS, Ahyas. Afro-brasileiros e Educação Superior: notas para debates. In: COSTA, Hilton; PINHEL, André; SILVEIRA, Marcos Silva da (org.). **Uma década de políticas afirmativas: panorama, argumentos e resultados**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. p. 18-26.

SOUZA, R. J. C. de; FERREIRA NETO, R. A.; SILVA, A. A. da; BARROS, B. G. de F.; GIONGO, V.; FREITAS, A. D. S. de. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções. **Anais Produção de biomassa e relação C/N em plantas utilizadas como adubos verdes no município de Juazeiro – BA**. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135256/1/vanderlise-1-2015.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2022.

SUBRAMANIAN, P.; BIDDAPPA, C.C.; MAHESWARAPPA H. P.; DHANAPAL, R.; PALANISWAMI, C. Growing of *Gliricidia* as green manure crop in coconut Garden under litoral Sandy soil. **Journal of Plantation Crop** v. 28, n.3, p. 212-217, December, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maheswarappa-Hp/publication/339202077_growing_of_gliricidia_as_green_manure_crop_in_coconut/links/5e43dd59299b1fdb9213c51/growing-of-gliricidia-as-green-manure-crop-in-coconut.pdf. Acesso em 09 de janeiro de 2022.

TARAPANOFF, K. Educação corporativa. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO E INTELIGÊNCIA COMPETITIVA, 1., 2006, Curitiba. **Anais[...]**. Curitiba: CIETEP, 2006. Disponível em: <http://www.gecic.com.br>. Acesso em: 22 out. 2006. p. 59-70.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise do solo**, 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1085209>. Acesso em agosto de 2021.

TORRES, Anatoly Queiroz Abreu. **Dinâmica da Matéria Orgânica do Solo em Área Degradada em Recuperação com Plantio de Leguminosas Arbóreas, no Município de Angra dos Reis, RJ**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Pós-Graduação

em Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, fevereiro de 2011.

TRISTÃO, Ana Maria Delazari; FACHIN, Gleisy Regina Bóries; ALARCON, Orestes Estevam. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciências da Informação**, Brasília, DF, v. 33, n. 2, p. 172-178, 2004. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/265/233>. Acesso em: 2 out. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza: Biblioteca Universitária, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ufc.br/wp-content/uploads/2019/10/guia-de-citacao-06.10.2019.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2021.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; JANTALIA, C. P.; BODDEY, R. M. Variações nos estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos das regiões tropicais e subtropicais do Brasil: uma análise crítica. **Informações agronômicas**, n. 130, jun. 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880398/1/BRUNOARTIGODEDIVULGACAOVARIACOESNOESTOQUEDECINFORM.AGRONOMICAS.pdf>. Acesso em 14 de novembro.

URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ZOTARELLI, L.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Manejo de Sistemas Agrícolas para Sequestro de Carbono no Solo. *In*: LIMA, M. A. de.; CABRAL, O. M. R.; et al. **Mudanças Climática Globais e a Agropecuária Brasileira**. Embrapa, 2001. p. 323-342. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/biotacap12ID-KOMNoUu66b.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2022.