



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

FABRÍCIO DA SILVA VASCONCELOS

**FERTILIDADE DO SOLO DE COQUEIRAL APÓS DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE
LEGUMINOSAS**

FORTALEZA

2023

FABRÍCIO DA SILVA VASCONCELOS

FERTILIDADE DO SOLO DE COQUEIRAL APÓS DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE
LEGUMINOSAS

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa.

Coorientadora: Dra. Rafaela Batista Magalhães.

FORTALEZA

2023

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)

- V45f Vasconcelos, Fabrício da Silva.
Fertilidade do solo de coqueiral após deposição de resíduos de leguminosas / Fabrício da Silva
Vasconcelos. – 2023.
58 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Mirian Cristina Gomes Costa.
Coorientação: Profa. Dra. Rafaela Batista Magalhães.
1. Manejo do Solo . 2. Práticas Conservacionistas Edáficas . 3. Adubo Verde . I. Título.
CDD 630
-

FABRÍCIO DA SILVA VASCONCELOS

FERTILIDADE DO SOLO DE COQUEIRAL APÓS DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE
LEGUMINOSAS

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovada em: 30/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

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

Dra. Rafaela Batista Magalhães

Doutorando José Lucas Martins Melo

Doutorando Elizio Sampaio da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais e a todos que me ajudaram
nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por me oportunizar este momento de grande realização pessoal.

Aos meus pais, Jacqueline da Silva e José Flávio Vasconcelos, pelo apoio e incentivo nessa etapa, finalmente concluída, em especial à minha mãe que me incentivou a não desistir dos estudos.

A professora Dra. Mirian Cristina Gomes Costas pela paciência e excelente orientação. Sua orientação fez total diferença no resultado desse trabalho.

Ao pessoal do Laboratório de Manejo do Solo, Deyse, Lucas (do curso de biologia) John e Rafaela pelo total apoio durante a realização das análises químicas, em especial à Dra. Rafaela pela paciência. Sua coorientação fez total diferença no resultado desse trabalho.

Ao professor Tadeu da Esalq/USP que me ajudou na análise estatística dos dados desse trabalho.

Ao professor Raul Shiso por me permitir fazer parte dos grupos “GEPE Solos” e “Solo na Escola”.

Aos colegas da graduação: Francisco de Assis, João Batista, Darlan Loiola, Natália Cipriano, Joel Soares, Caio Victor, Brenda Marques, Walmezina e Liliane Xavier pelo apoio, carinho e por ter me ajudado nos momentos mais difícil dessa jornada universitária.

Aos colegas Vitória, Fabiana e Jean por terem me ajudado durante o período de estágio no Instituto Phytus/Staphyt, sede em Formosa - GO.

Aos meus amigos Alice Rodrigues e Bruna Santos por me ajudarem com suas palavras de incentivos e por todo carinho que têm comigo.

Ao Thiago Sachs por ter me dado a oportunidade de fazer parte de sua equipe profissional, seu apoio fez total diferença na minha vida acadêmica.

Em especial ao Ivan Reginaldo, pelo companheirismo e por ter me incentivado nos momentos mais difícil da minha corrida universitária.

Dedico esse trabalho para o Sr. Anacleto, *in memoriam*, que foi considerado o avô que nunca tive e que todos os dias perguntava quando iria me formar.

“Não há solo estéril que não possa ser melhorado pela prática da adubação verde, onde quer que o clima não seja excessivamente quente ou demasiado frio.” (Gustavo Dutra, sec.XX,).

RESUMO

A fruticultura brasileira é responsável na geração de renda para os produtores rurais. No Brasil, a produção de coco se estabeleceu com destaque no litoral nordestino que possui potencial elevado para a produção de coco seco. O Ceará é destaque na produção nacional, sendo o maior produtor da região nordeste. Práticas de manejo que melhorem a fertilidade dos solos dos coqueirais são desejáveis, com ênfase para sistemas consorciados e adubação verde. Contudo, é preciso identificar espécies e densidades de plantio mais adequadas para sistemas consorciados com coqueiros nas condições de clima e solo do litoral nordestino. Neste estudo o objetivo foi avaliar duas espécies de leguminosas em densidades de plantio distintas, consorciadas com o coqueiro para adubação verde e melhoria da fertilidade do solo após o terceiro ciclo de deposição dos resíduos de poda ao solo. O experimento foi conduzido em Itarema (CE), em área de sequeiro, adotando-se o delineamento em bloco casualizados (DBC), em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, com quatro repetições. O primeiro fator de tratamento foi constituído por duas espécies de leguminosas (*Gliricidia sepium* e *Mimosa caesalpinifolia*). O segundo fator foi constituído por três densidades de plantio das leguminosas (baixa, média e alta) e o tratamento adicional foi constituído pela vegetação espontânea (*Andropogon minarum*). A *G. sepium* na densidade alta de plantio resultou em maiores teores de nitrogênio, potássio e cálcio no solo ($0,81 \text{ g kg}^{-1}$, $0,27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $1,14 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente). Essa mesma espécie levou ao maior teor de fósforo no solo ($1,72 \text{ mg kg}^{-1}$) na densidade média de plantio. A *G. sepium*, nas densidades média e alta, resultou nos maiores teores de macronutrientes no solo em relação à *M. caesalpinifolia* e o controle. A *G. sepium* na densidade média de plantio resultou em melhor fertilidade do solo em coqueiral após o terceiro ciclo de poda da biomassa de parte aérea, quando comparada à *M. caesalpinifolia* e à vegetação de regeneração da área.

Palavras-chave: manejo do solo 1; práticas conservacionistas edáficas 2; adubo verde 3.

ABSTRACT

Brazilian fruit growing is responsible for generating income for rural producers. In Brazil, coconut production has been established prominently on the northeastern coast, which has high potential for the production of dried coconut. Ceará stands out in national production, being the largest producer in the northeast region. Management practices that improve soil fertility in coconut trees are desirable, with emphasis on intercropped systems and green manure. However, it is necessary to identify more suitable species and planting densities for intercropped systems with coconut trees in the climate and soil conditions of the northeastern coast. In this study, the objective was to evaluate two species of legumes at different planting densities, combined with coconut trees for green manure and improving soil fertility after the third cycle of deposition of pruning residues on the soil. The experiment was conducted in Itarema (CE), in a rainfed area, adopting a randomized block design (DBC), in a 2 x 3 + 1 factorial scheme, with four replications. The first treatment factor consisted of two species of legumes (*Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpiniiifolia*). The second factor consisted of three planting densities of legumes (low, medium and high) and the additional treatment consisted of spontaneous vegetation (*Andropogon minarum*). *G. sepium* at high planting density resulted in higher nitrogen, potassium and calcium contents in the soil (0.81 g kg⁻¹, 0.27 cmolc kg⁻¹ and 1.14 cmolc kg⁻¹, respectively). This same species led to the highest phosphorus content in the soil (1.72 mg kg⁻¹) at the average planting density. *G. sepium*, at medium and high densities, resulted in the highest levels of macronutrients in the soil in relation to *M. caesalpiniiifolia* and the control. *G. sepium* at medium planting density resulted in better soil fertility in coconut trees after the third cycle of pruning of aerial part biomass, when compared to *M. caesalpiniiifolia* and the area's regeneration vegetation.

Keywords: soil management 1; soil conservation practices 2; green manure 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Itarema (CE).....	27
Figura 2 - Croqui do experimento instalado em Itarema (CE), com tratamento caracterizado por duas espécies de leguminosas (<i>G. sepium</i> e <i>M. caesalpiniaefolia</i>) e três densidades de plantio (baixa, média e alta).....	28
Figura 3 - Esquema da parcela experimental (A), e vista aérea das parcelas com <i>G. sepium</i> (B) e <i>M. caesalpiniaefolia</i> (C) na densidade baixa de plantio (10.000 plantas/ha).....	29
Figura 4 - Esquema da parcela experimental (A); e vista aérea das parcelas com <i>G. sepium</i> (B) e <i>M. caesalpiniaefolia</i> (C), na densidade média de plantio (20.000 plantas/ha).....	29
Figura 5 - Esquema da parcela experimental (A); e vista aérea das parcelas com <i>G. sepium</i> (B) e <i>M. caesalpiniaefolia</i> (C), na densidade alta de plantio (40.000 plantas/ha).....	30
Figura 6 - Galhos lenhosos presente em áreas de projeção da copa dos coqueiros após 15 dias de poda (A) e coleta na superfície do solo em área de projeção da copa dos coqueiros (B).....	31
Figura 7 - Secagem (A) e peneiramento (B) das amostras de solo para posterior realização das análises químicas.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores médios da interação entre os teores de carbono na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.....	34
Gráfico 2 - Valores médios da interação entre os teores de pH, H+Al e Al na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.....	35
Gráfico 3 - Valores médios da interação entre os teores de N, P e K na camada de 0-20cm do solo adubados por resíduos de leguminosas nas diferentes densidades de cultivo com o controle.....	37
Gráfico 4 - Valores médios da interação entre os teores de Ca e Mg na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.....	39
Gráfico 5 - Valores médios da interação entre os teores de Fe, Zn, Mn na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.....	41
Gráfico 6 - Valores médios da interação entre os teores de Cu e Na na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.....	42
Gráfico 7 - Valores médios da interação entre os atributos calculados (SB, CTC e V%) na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre as médias dos tratamentos pelo teste de Dunnett para os atributos químicos do solo na camada de 0-20 cm. O resultado com sinal negativo significa que o tratamento apresentou resultado inferior ao controle.....	46
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al	Alumínio
ANOVA	Análise de Variância
C	Carbono
Ca	Cálcio
CE	Condutividade Elétrica
COT	Carbono Orgânico Total
Cu	Cobre
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DBC	Delineamento em Blocos Casualizado
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
Fe	Ferro
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
H+Al	Acidez Potencial
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia econômica do Ceará
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
LA	Latosolo Amarelo
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NaOH	Hidróxido de Sódio
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
S	Enxofre
SB	Soma de Bases
V%	Saturação por Bases
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	<i>A importância da cultura do coqueiro: mundo, Brasil, Nordeste e Ceará.....</i>	16
2.2	<i>Fertilidade do solo para o bom desenvolvimento do coqueiro.....</i>	18
2.3	<i>Adubação verde para melhoria da fertilidade do solo</i>	20
2.4	<i>Leguminosas arbóreo-arbustivas como adubos verdes</i>	22
2.4.1	<i>Gliricídia [<i>Gliricidia Sepium</i> (Jacq.) ex Walp]</i>	24
2.4.2	<i>Sabiá (<i>Mimosa Caesalpiniaefolia</i> Benth).....</i>	25
2.5	<i>Atributos químico do solo em resposta à adubação verde com leguminosas.....</i>	26
3.0	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	<i>Descrição da área experimental.....</i>	27
3.2	<i>Delineamento experimental e tratamentos.....</i>	28
3.3	<i>Instalação e condução do experimento.....</i>	30
3.4	<i>Amostragem e análises.....</i>	31
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	33
4.1	<i>Teor de carbono no solo.....</i>	33
4.2	<i>Acidez (pH, H+Al e Al).....</i>	34
4.3	<i>Macronutrientes primários (N, P e K).....</i>	36
4.4	<i>Macronutrientes secundários (Ca e Mg).....</i>	38
4.5	<i>Micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) e sódio.....</i>	39
4.6	<i>Atributos calculados (SB, CTC, V% e CE).....</i>	42
4.7	<i>Teste de Dunnett para os atributos químicos do solo.....</i>	45
5	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48
	ANEXO A – Descrição e característica morfológica do solo do perfil 1.....	55
	ANEXO B – Análise física e química do perfil 1.....	56
	ANEXO C – Descrição e característica morfológica do solo do perfil 2.....	57
	ANEXO D – Análise física e química do perfil 2.....	58
	ANEXO E – Quadro resumo da tabela da ANOVA.....	59

1 INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma cultura importante para pequenos, médios e grandes produtores das regiões de clima tropical, proporcionando fonte de renda e sustentabilidade. No Brasil, produtores estão sendo beneficiados pela expansão da cocoicultura na faixa litorânea da região nordeste do país, onde são cultivados coqueiros gigante e híbrido para produção de coco seco e anão para a produção de coco água.

Para obter boa produtividade, algumas práticas de manejo do solo se fazem necessárias para melhoria do estado nutricional do coqueiral. A adubação está entre essas práticas, de modo que fontes alternativas de nutrientes, à exemplo da adubação verde, vem sendo implementadas para suprir o aspecto nutricional frente à adubação mineral, além de melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

Nos últimos anos práticas de manejo sustentável do solo vêm aumentando à medida que cresce a demanda por alimentos, de modo a promover a qualidade destes, além de preservar os recursos ambientais. Práticas alternativas para melhoria dos atributos do solo surgem como opções para garantir a melhor preservação desse recurso finito ao longo prazo. O emprego de espécies de leguminosas arbóreo-arbustivas consorciadas com culturas anuais e perenes, consiste em prática conservacionista vegetativa na medida em que as plantas protegem o solo contra agentes erosivos. Quando se realiza a poda da parte aérea das leguminosas e deposita-se seus resíduos sobre o solo para que haja decomposição e liberação de nutrientes, tem-se os efeitos da prática conservacionista edáfica, com o propósito da adubação, promovendo bons resultados nos atributos do solo. Esses efeitos estão associados a capacidade das bactérias realizarem simbiose com as raízes das leguminosas, promovendo fixação de N_2 atmosférico e suas transformações químicas no solo com intuito de promover maior disponibilidade de nutrientes para a cultura principal.

Contudo, para plantios de sequeiro nas condições edafoclimáticas de região subúmida, há necessidade de escolher a espécie de leguminosa mais adequada para sistemas consorciados com culturas perenes. Além disso, o espaçamento entre leguminosas que, por sua vez, influencia sua densidade de plantio, afeta diretamente o resultado do manejo. Isso traz a necessidade de estudos prévios a respeito da espécie e densidade de plantio que resultem em maior disponibilidade de nutrientes no solo mediante realização de podas ao longo do tempo, de modo que esses nutrientes possam ser absorvidos pela cultura principal, trazendo benefícios econômicos e de produção.

Diante do exposto, o presente estudo partiu das seguintes hipóteses: 1) O terceiro ciclo de poda da espécie *Gliricídia* (*Gliricidia Sepium*), cultivada em sequeiro na maior densidade de plantio, favorece a fertilidade do solo de coqueiral em comparação com a espécie *Sabiá* (*Mimosa Caesalpinifolia* Benth) e com a vegetação de regeneração (*Andropogon minarum*). 2) A melhoria na fertilidade do solo pode ser identificada por meio do aumento na disponibilização de nutrientes, sobretudo de nitrogênio e fósforo, após 15 dias de deposição de resíduos vegetais provenientes da realização da terceira poda. Neste estudo o objetivo foi determinar atributos químicos indicadores da fertilidade do solo em coqueiral que recebeu resíduos do terceiro ciclo de poda das espécies *Gliricídia* e *Sabiá* estabelecidas em três densidades de plantio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A importância da cultura do coqueiro: mundo, Brasil, Nordeste e Ceará

A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é considerada uma das mais difundidas no globo terrestre, estando presente em todos os continentes, podendo ser encontrada em mais de 200 países (ALVES; ARACAJU, 2011). A exploração comercial ocorre com maior expressividade em 90 países que possuem maior área de produção e melhores condições de cultivo, como textura arenosa do solo, intensa radicação solar, boa umidade e precipitação bem distribuída (MARTINS; JUNIOR, 2014)(MARTINS; JUNIOR, 2014)

Evidências históricas revelam que o coqueiro tem sua origem no sudeste asiático, localizado principalmente nas ilhas entre o oceano Índico e Pacífico. Posteriormente foi levado para a Índia e, em seguida, para o leste africano. Com a descoberta do Cabo da Boa Esperança, houve a introdução da espécie no oeste africano antes da disseminação nas Américas e por outras áreas tropicais do globo (FONTES; FERREIRA, 2006).

De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), fornecidos pela Faostat (2021), o total de área colhida da cultura do coco foi de 11,8 milhões de hectares, resultando em produção mundial de 62,9 milhões de toneladas. Cerca de 73% da área ocupada por essa cultura estão localizados no continente asiático, liderado pelos seguintes países: Indonésia, Filipinas e Índia, totalizando 74,1% da produção mundial. Os rendimentos dos pomares dos países asiáticos, que lideram o ranking em número de área e de produção, foram baixos nos anos de 2009 a 2019. Nessa década houve crescimento de área e de produção totalizando 0,3% e 0,2%, respectivamente, entretanto houve queda no rendimento da produção de 0,1%, resultando em estagnação da produção mundial (SIMONE, 2021). Segundo Fernandes (2014), a maioria dos países asiáticos destina-se à copra para produção de óleo seco e coco seco desidratado. No Brasil, a destinação da produção é para atender ao setor da agroindústria para a produção de coco ralado, leite de coco e água de coco.

No Brasil, relatos históricos revelam que a introdução do coqueiro ocorreu em 1553 pelos colonizadores portugueses. A variedade coqueiro gigante (var. *Typica*) foi introduzida no estado da Bahia, região Nordeste do Brasil, por esse motivo prevaleceu a denominação coco-da-baía. Posteriormente, houve a introdução no Brasil do coqueiro anão (var. *Nana*) (FONTES; FERREIRA, 2006, p. 13).

Atualmente, o Brasil ocupa a 5ª posição mundial em área colhida e produção de coco, ficando atrás da Indonésia, Filipinas, Índia e Sri Lanka. A Indonésia lidera com área

colhida de 2.778 mil hectares e produção de 16.812 mil toneladas (FAO, 2021). O coqueiro está sendo cultivado em quase todas as regiões do Brasil, com exceções de alguns estados da região sul que apresentam condições climáticas desfavoráveis ao seu desenvolvimento (SIMONE, 2021). De acordo com dados do IBGE (2021), o Brasil possui área colhida de 194 mil hectares e produtividade de 1.631 milhões de frutos por hectare, havendo aumento significativo de 73 milhões de frutos entre os anos de 2019 e 2021. A expansão da cocoicultura para outras regiões do Brasil se deu pela necessidade de demanda por água de coco e, conseqüentemente, pela elevação do seu preço (BARROS, 2022).

A região Nordeste é destaque no cenário nacional, com área colhida de 157.623 mil hectares e produção de 1.207 milhões de frutos por hectare. Em seguida, se tem a região Norte com 20.303 mil hectares e 134 milhões de frutos por hectare de área colhida e de produção, respectivamente. As regiões Sudeste e Centro-Oeste ocupam o terceiro e quarto lugares no cenário nacional com áreas colhidas 14.754 e 1.459 mil hectares e produtividade de 210 e 10 milhões de frutos por hectare, respectivamente. A região Sul ocupa a última posição com 235 mil hectares de área colhida e uma produção de 2 milhões de frutos por hectare (IBGE, 2021).

Na região Nordeste os estados que se destacam na produção de coco são: Ceará, Bahia e Sergipe, com 23,5%, 20,1% e 10,0%, respectivamente (IBGE, 2021). Entretanto, essa região é a que apresenta menor produtividade física e menor valor de vendas, 4.744 reais por hectare e R\$ 0,60 por frutos, respectivamente (SIMONE, 2021). Enquanto outras regiões possuem o foco na produção das variedades anão e híbrida, destinadas para produção de água de coco, o Nordeste possui maiores áreas com a variedade gigante, com objetivo de produzir coco seco, concentrando sua produção na obtenção de subprodutos derivados do albúmen sólido, como o leite de coco a partir do coco ralado (DA SILVA; LANDAU, 2020).

Em 2020 o Ceará se destacou na produção nacional de coco se tornando o maior produtor do Brasil, com área de cultivo de 21,2% correspondendo a 24,7% da produção nacional. Diferentes dos outros estados da região, o Ceará vem intensificando sua produção no cultivo de coco água com 21,896 frutos por hectare, atingindo taxas anuais elevado em comparação ao coco para castanha 4.037 frutos por hectare, obtendo elevado rendimento (SIMONE, 2021). O município de Paraipaba no Ceará é considerado o maior produtor de coco no país, obtendo alto rendimento da variedade anão com uma produção de 24.626 frutos por hectare (IBGE, 2021). Para obtenção de altos rendimentos da cultura é importante atentar para fertilidade do solo que deve ser adequada para suprir as demandas nutricionais do coqueiro.

2.2 Fertilidade do solo para o bom desenvolvimento do coqueiro

O coqueiro (*Coco nucifera L.*), pertence à família *Arecaceae (palmae)*, sendo a única espécie do gênero *cocos*. A palmeira é constituída por um sistema radicular fasciculado, características das monocotiledôneas, cuja função principal é a fixação do coqueiro ao solo. Em seguida, surgem as raízes secundárias e terciárias nas quais formam-se radículas com tamanho variando de 1 a 3 mm, sendo consideradas os verdadeiros órgãos que realizam absorção de água e sais minerais do solo (FONTES; FERREIRA, 2006a).

Em termos de absorção de água e nutrientes para o desenvolvimento da cultura, é preciso atentar para o fato de que as condições climáticas constituem fator essencial para o desenvolvimento do coqueiro. Condições adequadas de temperaturas, pluviosidade e intensidade luminosa são fundamentais para uma boa produtividade. A temperatura ideal para o bom desenvolvimento do coqueiro gira em torno de 27°C anuais, temperaturas inferiores a 15°C provocam distúrbios fisiológicos. Distribuição de chuvas adequadas e precipitação anual superior a 1800 mm são ideais para o estabelecimento da cultura. O coqueiro não tolera sombreamento, sendo recomendado uma intensidade luminosa adequado superior a 2.000 horas anuais para evitar a redução do tamanho da oleoginosa (ALVES; MULLER, 1995).

O tipo de solo também influencia no desenvolvimento do coqueiro. Nas regiões de clima tropical onde ocorre o cultivo de coco, os tipos de solos onde a cultura foi inserida são do tipo Latossolos Vermelhos Distróficos, laterítico e arenoso, apresentando baixa fertilidade natural (MALHOTRA *et al.*, 2017). Sendo assim, solos que não forem adubados corretamente poderão causar declínio na produtividade da cultura de coco (MALHOTRA *et al.*, 2017).

Segundo Alves e Muller (1995), para os fatores edáficos é essencial o estabelecimento da cultura em solos leves e permeáveis, de modo que a cultura apresenta bom desenvolvimento em Latossolos Amarelos (LA) por conta de características físicas adequadas. Contudo, a sua limitação quanto a fertilidade natural demanda o uso de práticas adubadoras suficientes para o estabelecimento da cultura, bem como a disponibilidade adequada dos principais nutrientes demandados pelo coqueiro.

Para Nogueira e Geraldo (2004), a cultura de coqueiro demanda grandes quantidades de macronutrientes: N (nitrogênio) e K (potássio) e S (enxofre). Além dos micronutrientes, principalmente o bório, que é responsável por proporcionar um desenvolvimento sadio para as estruturas do coqueiro. Se o solo não apresenta boa fertilidade que contribua para disponibilização de nutrientes demandado pelas culturas, é preciso adotar práticas de adubação, seja de caráter orgânico ou mineral. A adubação orgânica, mais

especificamente, adubação verde, tem benefícios frente à adubação mineral pois reduz a dependência de fertilizantes obtidos por meio da exploração de recursos naturais finitos, além de promover melhorias nos atributos físico e biológico do solo. A adubação do coqueiro com bório, deve ser empregado de modo que reduza possíveis perdas de produção (PINHO *et al.*, 2008).

No Ceará, o tipo de solo que predominam a cultura de coqueiro é do tipo Neossolo Quartzarênicos, que são solos jovens, horizonte “B” ausente, pouco desenvolvido e que não possui contato lítico nos primeiros 50cm de profundidade, além de apresentar textura arenosa elevada, caracterizando como baixa fertilidade natural, necessitando de um bom planejamento de manejo para tornar esse solo favorável na produção de coco (FREITAS *et al.*, 2013).

2.3 Adubação verde para melhoria da fertilidade do solo

Desde 5.000 A.C. as espécies vegetais já eram utilizadas na recuperação de áreas degradadas devido aos seus benefícios nos atributos do solo. Sua integração na agricultura com a pecuária, sobretudo de leguminosas, promove papel fundamental na produção de adubos verdes, forragem e alimentos para os humanos.

Adubos verdes são plantas que promovem bom condicionamento do solo, nutrindo as culturas em sucessão, rotação ou em consórcio. Podendo ser utilizados como meio de supressão de vegetação espontânea, nematoides de solo, doenças de solo e reajustamento do microclima (DE LIMA FILHO *et al.*, 2023). Adubação verde é uma prática de conservação do solo que consiste na incorporação de plantas com a finalidade de melhorias na fertilidade do solo. A deposição de resíduos de espécies forrageiras, leguminosas ou ervas daninhas promove boa reposição de matéria orgânica do solo com baixo custo, contribuindo nas características físicas, químicas e biológicas (ZONTA *et al.*, 2012).

De acordo com Martins *et al.* (2019), nos sistemas produtivos são utilizadas diferentes espécies, de herbáceas a arbustivas, como também arbóreas, no processo de adubação verde. No Brasil, mais de 1.500 espécies são utilizadas para promover melhorias nos atributos do solo (DE LIMA FILHO *et al.*, 2023). Segundo Zonta *et al.* (2012), para aplicação dessa prática de conservação são utilizadas plantas forrageiras, que podem servir de alimentos para animais ruminantes, ou leguminosas que possuem alta capacidade de fixação de nitrogênio no solo.

No entanto, a adubação verde não se restringe somente às leguminosas. Algumas gramíneas e crucíferas, embora seu sistema radicular não realize atividade simbiótica com bactérias promotoras de fixação de nitrogênio, contribuem na boa disponibilidade de nutrientes no solo (MARTINS *et al.*, 2019). Para Cardoso (2019) na prática de adubação verde é recomendável usar mais de uma espécie entre gramíneas e leguminosas no consórcio.

Para Fontanétti *et al.* (2004) a maioria das espécies de plantas usadas na adubação verde, além de contribuir significativamente no condicionamento do solo, promovem barreira física contra plantas invasoras que competem com a cultura de interesse por água e nutrientes, além de reduzir a necessidade de capina na área.

De acordo com Espíndola, Guerra e Almeida (1997), plantas com potencial de desenvolvimento radicular profundo alcançam os nutrientes que estão presentes em subsuperfície no solo, contribuindo para boa adubação orgânica, pois a deposição dos resíduos orgânicos provenientes de plantas que possuem sistema radicular profundo resulta na maior

disponibilização de nutrientes em superfície, por apresentarem maior teor dos elementos em sua biomassa.

Uso de leguminosas como adubos verdes promove aumento no estoque de C no solo em curto prazo, sendo indicada a mucuna cinza (*Mucuna pruriens*) como acumuladora de C, enquanto crotalária (*Crotalaria juncea*) promove boa manutenção de resíduos orgânicos no solo (IMBANA *et al.*, 2021). A integração de leguminosas arbóreo – arbustiva surge como prática alternativa de sistema biológico do solo, pois a atuação simbiótica de *Rhizobium* com as raízes das leguminosas aumenta a disponibilidade de N no sistema de cultivo, além de promover reduções no uso massivo de adubos químicos (LEBRAZI; BENBRAHIM, 2022).

2.4 Leguminosas arbóreo-arbustivas como adubos verdes

Segundo Lewis *et al.* (2005), as leguminosas são consideradas a terceira maior família das *Angiospermae*, totalizando 727 gêneros e 19.325 espécies, divididos em três famílias: *Papilionoideae*, *Caesalpinioideae* e *Mimosoideae*, presentes em todos os países. No Brasil, cerca de 178 gêneros e 1.550 espécies estão presentes (BARROSO *et al.*, 1984).

As espécies de leguminosas são as mais utilizadas para disponibilização de N aos agroecossistemas pelo fato de realizarem fixação biológica por meio da atuação simbiótica de algumas bactérias do tipo *Rhizobium* em seu sistema radicular. Em sua biomassa encontram-se quantidades elevadas de N, de modo que quando essa biomassa é depositada sobre o solo e incorporada, há disponibilização do nutriente para as plantas. Associação simbiótica destas bactérias com espécies de leguminosas arbóreo – arbustiva nos nódulos radiculares promove redução do N₂ proveniente da atmosfera, convertendo-o em formas que podem ser assimiladas pelas plantas (LEBRAZI; BENBRAHIM, 2022).

Nos últimos anos cresceu a demanda mundial por fertilizantes nitrogenados para suprir o estado nutricional das plantas cultivadas. Esses fertilizantes são fabricados por meio de processos em diversas formulações com diferentes propriedades no uso do sistema produtivo. Um desses processos é o de Haber-Bosh que suporta a maioria da produção de alimento no mundo por meio da produção de amônia para o início do processo de fabricação dos fertilizantes nitrogenados (REETZ; LOPES, 2017). De acordo com Espíndola *et al.* (2005), o nitrogênio é considerado o principal mineral estudado quanto aos efeitos benéficos da prática de adubação verde.

As leguminosas possuem relação C/N próxima a 20 com taxa de decomposição rápida. Isso se deve ao processo de fixação de N associado com bactérias *Rizobium*, contribuindo na oferta de nutriente para as plantas de forma rápida e eficiente (COSTA ALVARENGA *et al.*, 2001). Em estudo realizado por Magalhães (2023), observou-se que a relação C/N das espécies *G. sepium* e *M. caesalpinifolia* foi favorável à mineralização. Para Imbana *et al.* (2021) o uso de leguminosas em práticas de adubação verde aumenta o estoque de carbono no solo em pouco tempo. Já Perin *et al.* (2002) observou que solos que foram manejados com cobertura viva com leguminosas herbáceas demonstraram maiores índices de agregação em profundidades de 0-5 cm.

Práticas de adubação verde promovem redução de custos com fertilizantes minerais, além de melhorar os aspectos ambientais por promover melhorias nos atributos físicos e bioquímicos do solo (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012). Segundo Magalhães, 2023, a

reposição de nutrientes no solo por meio de resíduos de leguminosas geram retorno financeiros considerados em comparação com a adubação convencional.

De acordo com Alcântara *et al.* (2000), o uso de *Cajanus cajan* L. Millsp. e *Crotalaria juncea* L. no processo de recuperação da fertilidade do solo em áreas cultivadas com *Brachiaria decumbens* stapf., resultou em maiores teores de nutrientes em comparação com a *B. decumbens* stapf.

O consórcio de leguminosas com espécies perenes promove melhores condições para o desenvolvimento de frutíferas. Desse modo, na comparação entre *M. caesalpiniaefolia* com *Clitoria fairchildiana* e *Inga edulis*, a primeira apresentou rápido crescimento, maior sobrevivência quanto a variabilidade climática do ambiente e maior rusticidade em comparação com a segunda e a terceira (MEIRELLES e SOUZA, 2015).

A *G. sepium* e *M. caesalpiniaefolia* são exemplos de leguminosas arbóreo-arbustiva utilizadas na recuperação e aproveitamento de áreas em que a fertilidade do solo é comprometida, por apresentar condições favoráveis a disponibilidade de nutrientes, além de sua adaptação no semiárido brasileiro.

2.4.1 *Gliricídia [Gliricídia Sepium (Jacq.) ex Walp]*

A *G. Sepium* é uma espécie do tipo arbóreo de médio porte, com altura média variando de 12 a 15 m, tolerante a temperaturas elevadas, que é utilizada nos países de clima tropical por conta de suas características morfológicas, atreladas aos diferentes usos de caráter comercial e econômico (DRUMOND; MONTEIRO; FILHO, 1999). Essa espécie é nativa do México e América Central, além de alguns países da América do Sul: Colômbia, Venezuela e Guianas (ELEVITCH; FRANCIS, 2006). De acordo com Elevitch e Francis (2006), a *G. sepium* vem sendo amplamente distribuída, sendo cultivada e naturalizada nos países da América Central, Caribe, África e Ásia.

No Brasil, a implantação *G. sepium* ocorreu no Nordeste em 1970, no estado da Bahia para fins de sombreamento na cultura de cacau (DRUMOND; MONTEIRO; FILHO, 1999). Segundo Barreto (2004), a *G. sepium* possui rápido crescimento, enraizamento profundo, alto valor nutritivo e alta tolerância a escassez hídrica, sendo que foi exportada para outros Estados da região Nordeste com a finalidade de suprir as necessidades de forragem, cerca viva, alimentação de ruminantes e reflorestamento.

O resíduo vegetal da *G. sepium* é considerado de alta qualidade, pois apresenta valores elevados de N, além de possuir relação C/N baixa que resulta em rápida decomposição (RONALDO *et al.*, 2015). Segundo Barretos (2004), a *G. sepium* possui alta capacidade de rebrota quando submetida à poda da parte aérea, sendo possível a realização da poda três vezes ao ano. Segundo Méndez - Bautista (2009), não só os resíduos dessa leguminosa contribuem para os atributos do solo, mas também o extrato de *G. sepium* que reduz a emissão de CO₂ para atmosfera, por meio da síntese molecular realizada pela microbiota do solo.

Ademais a *G. sepium* na densidade alta apresentou maior média de massa fresca (53,0 Mg ha⁻¹) e massa seca (19,69 Mg ha⁻¹), no segundo ciclo de produção, esses valores reflete na boa quantidade de água em sua biomassa, além da capacidade que essa leguminosa tem de regenerar após a realização de poda (MAGALHÃES, 2023).

De acordo com Magalhães (2023), estudo realizado com as leguminosas *G. sepium* e *M. caesalpinifolia* estabelecidas em diferentes densidades de plantio para adubação verde na cultura do coqueiro, com avaliações ao longo de dois ciclos de cultivo, indicou maior potencialidade da *G. sepium* quanto à disponibilidade de nutrientes, quando comparada à *M. caesalpinifolia*. A *G. sepium* apresentou maior acúmulo de N e P em sua biomassa e levou ao maior teor de potássio no solo.

2.4.2 Sabiá (*Mimosa Caesalpiniaefolia* Benth)

A *M. caesalpiniaefolia*, popularmente conhecida como sabiá e sansão-do-campo, é uma planta pertence à família *Leguminosae* e subfamília *Mimosoideae* que varia de 5 a 8 m de altura. É constituída por folhas compostas e bipinadas com tronco variando de 20-30 cm de diâmetro (LORENZI, 1992). De acordo com CARVALHO (2007), a *M. caesalpiniaefolia* se distribui de maneira natural nos seguintes estados: Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte. O desenvolvimento da espécie pode ser realizado em diferentes habitats: planícies, floresta tropical, floresta seca tropical, floresta subtropical, savana e entre outros (SIMON *et al.*, 2011).

No nordeste brasileiro a utilização da *M. caesalpiniaefolia* é a mais diversa possível. Segundo Ribaski *et al.* (2003), sua utilização se dá pela exploração da madeira para fabricação de estacas para construções de cercas vivas, além de ser uma ótima fonte de energia e nutrientes para ruminantes.

A *M. caesalpiniaefolia* quando associada a bactérias fixadoras de N resulta em uma boa fonte de adubação orgânica, essa espécie se desenvolve muito bem em áreas de baixa fertilidade natural e com escassez de água, sendo uma leguminosa muito utilizada em região semiárida do Brasil (CARVALHO, 2007).

De acordo com Oliveira *et al.* (2015), o deposição de resíduos de *M. caesalpiniaefolia* Benth, no solo contribui positivamente no acúmulo de macronutrientes, na parte aérea das cultivares consorciadas, havendo aumento significativo nos teores de N, P e K. É importante ressaltar que a *M. caesalpiniaefolia* Benth, quando utilizada na adubação verde, fornece nutrientes ao longo prazo no solo. Isso se deve à composição química do material vegetal que tem como base altos teores de lignina em suas estruturas (MAGALHÃES, 2023). De acordo com Cardoso (2019) as leguminosas arbóreas possuem alto rendimentos no aporte de nutrientes por meio da realização parcial de podas, tornando o ambiente propício para o bom desenvolvimento da cultura de interesse. Observou-se que a *M. caesalpiniaefolia* na densidade alta apresentou maiores médias (7,5 e 7,6 Mg ha⁻¹) de massa seca no primeiro ciclo de produção (MAGALHÃES, 2023).

2.5 Atributos químicos do solo em resposta à adubação verde com leguminosas

Além dos atributos físicos e químicos do solo, a adubação verde contribui nas propriedades biológicas, incrementando a atividade microbiológica e da fauna do solo representada pelas minhocas (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012). Os substratos provenientes de adubos verdes aumentam a população de *Collembola* no solo, pois são organismos vivos que atuam como bioindicadores do solo (STEFFEN; ANTONIOLLI e STEFFEN., 2007).

O uso de plantas na adubação verde vem ocorrendo desde 5.000 A.C. Na década de 1960, com o advento da Revolução Verde, houve desvalorização desta prática devido à tecnificação da agricultura. Em meio aos problemas gerados na agricultura no período de Revolução Verde (FONTÃO DE LIMA *et al.*, 2023). Tais problemas foram intensificados no propósito de alimentar a população mundial, por meios de adoção de práticas insustentáveis, mau uso de pesticidas, herbicidas e fertilizantes, degradação dos recursos hídricos (CORWIN e LESCH, 2005). Surgiram estudos com o propósito de sanar partes desses problemas por meio da utilização da matéria orgânica no sistema produtivo (FONTÃO DE LIMA *et al.*, 2023).

O emprego de tecnologias utilizando espécies de leguminosas geram resultados na agricultura em geral, sobretudo em relação ao controle de ervas daninhas, que invadem o sistema de produção encarecendo os custos (ALVES e LOPES, 2005). Entretanto, os benefícios não são somente quanto ao controle de ervas daninhas. O aporte da massa seca das leguminosas ao solo equivale a uma razoável aplicação de fertilizantes minerais em termos de quantidade de nutrientes. A deposição de resíduos orgânicos tem efeito no condicionamento do solo, contribuindo no desenvolvimento dos microrganismos, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), melhorias na porosidade e aeração, com consequente aumento na permeabilidade do solo à água e dos teores de nutrientes (ALVES e LOPES, 2005).

Magalhães (2023), em estudo sobre consórcio de leguminosas com a cultura de coqueiro, observou que o acúmulo dos resíduos das espécies *G. sepium* e *M. caesalpinifolia* apresentou efeitos positivos para uso desses resíduos na adubação verde, contribuindo significativamente na oferta de N.

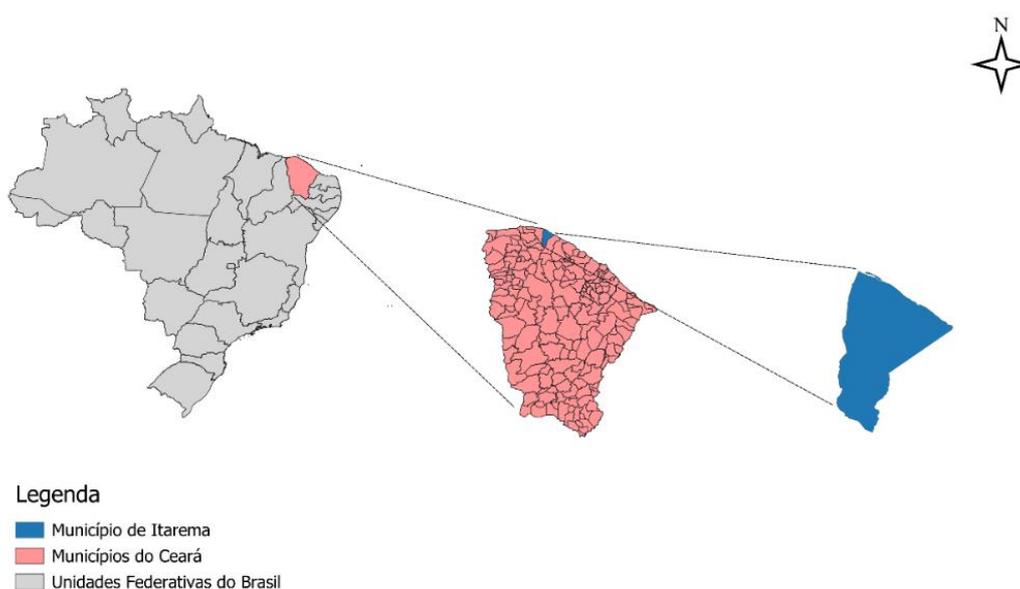
De acordo com Ferreira, Souza e Chaves (2012), a adubação verde desempenha diferentes papéis químicos do solo, desde a fertilidade do solo, o aumento no teor de matéria orgânica, a elevação do pH e a fixação de nitrogênio atmosférico por meio de simbiose entre as espécies de leguminosas e bactérias fixadoras de N.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido na fazenda Aguapé, arrendada à empresa DIKOKO Agroindustrial Ltda, localizada na zona costeira oeste de Itarema (CE), nas seguintes coordenadas geográficas: 2°58'21S e 39°53'24W (Figura 1). O clima da região em que se situa a área experimental é do tipo tropical quente semiárido, tropical quente semiárido brando, com temperatura que varia de 26° a 28°C e com altitude de 20 m (FUNCEME, 2023). A quadra chuvosa se concentra nos meses de janeiro a maio, possuindo pluviometria histórica de 1.140 mm por ano (FUNCEME, 2023). O complexo vegetal natural local é do tipo de zona litorânea, floresta mista Dicotilo – Palmaceae (IPECE, 2023). Os solos da região são classificados predominantemente como Neossolos Quartzarênicos, Planossolos Hápicos, Argissolos Vermelho-Amarelo, Gleissolos Sállicos e Planossolos Nátricos (IPECE, 2023). Especificamente, o local onde foi realizado o experimento apresenta um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico Típico (Magalhães, 2023).

Figura 1 – Localização da área de estudo no município de Itarema (CE).



Elaboração Cartográfica: Fabrício Vasconcelos (2023); Fonte: Limites municipais e unidades federativas (IBGE, 2020); Sistema de Coordenadas Geográficas, datum SIRGAS, 2000.

Fonte: O próprio autor.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

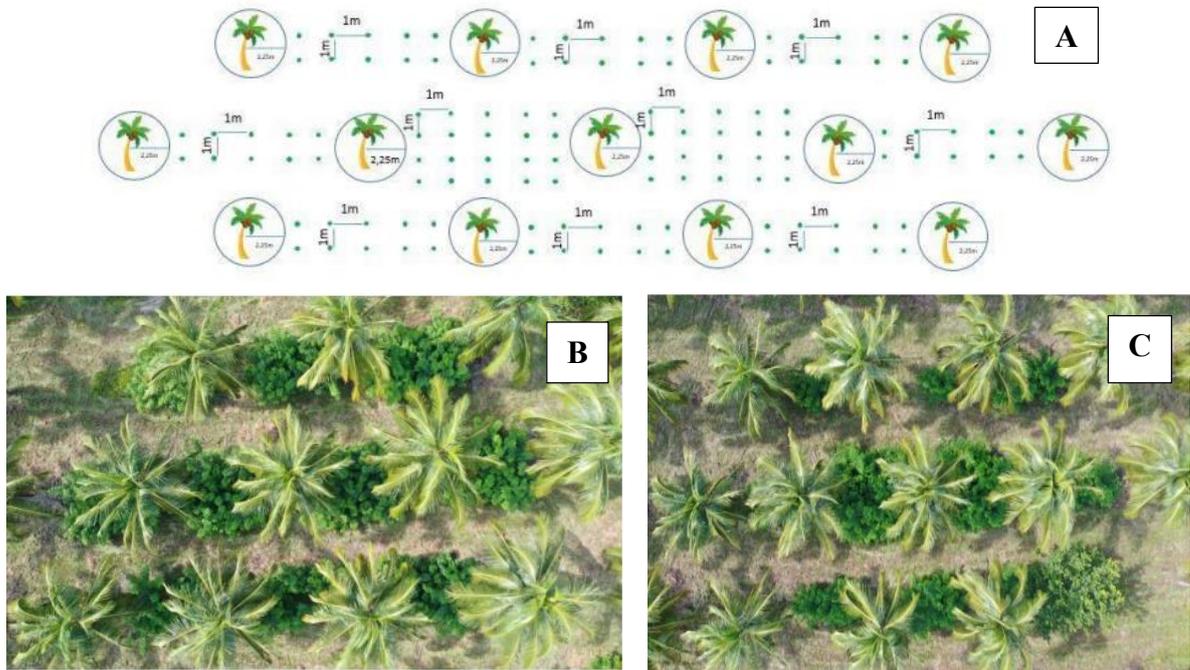
O experimento foi estabelecido em área cultivada com coqueiro em regime de sequeiro, com delineamento em blocos casualizados (DBC), esquema fatorial 2 x 3 + 1, com quatro repetições. O primeiro fator de tratamento foi caracterizado por duas espécies de leguminosas (*G. sepium* e *M. caesalpinifolia*), já o segundo fator analisado foram três densidades de plantio das espécies de leguminosas (baixa, média e alta), apresentando 10.000 plantas/ha; 20.000 plantas/ha e 40.000 plantas/ha, respectivamente. O tratamento adicional foi caracterizado pela vegetação natural espontânea de regeneração com predomínio de capim açu (*Andropogon minarum*). O estudo apresentou 28 parcelas com dimensões 36 x 18, contendo 13 coqueiros por parcela (Figura 2). As densidades das leguminosas foram obtidas adotando os seguintes espaçamentos de plantio: 1 x 1m, densidade baixa (Figura 3), 1 x 0,5m, densidade média (Figura 4) e 1 x 0,25m, densidade alta (Figura 5), respectivamente.

Figura 2- Croqui do experimento instalado em Itarema (CE), com tratamento caracterizado por duas espécies de leguminosas (Gliricídia e Sabiá) e três densidades de plantio (baixa, média e alta).

Média Sabiá	Alta Gliricídia	Baixa Sabiá	Baixa Gliricídia
Alta Sabiá	Baixa Sabiá	Testemunha	Alta Sabiá
Baixa Sabiá	Média Gliricídia	Baixa Gliricídia	Média Sabiá
Média Gliricídia	Média Sabiá	Média Gliricídia	Alta Gliricídia
Testemunha	Baixa Gliricídia	Alta Sabiá	Baixa Sabiá
Alta Gliricídia	Alta Sabiá	Alta Gliricídia	Testemunha
Baixa Gliricídia	Testemunha	Média Sabiá	Média Gliricídia

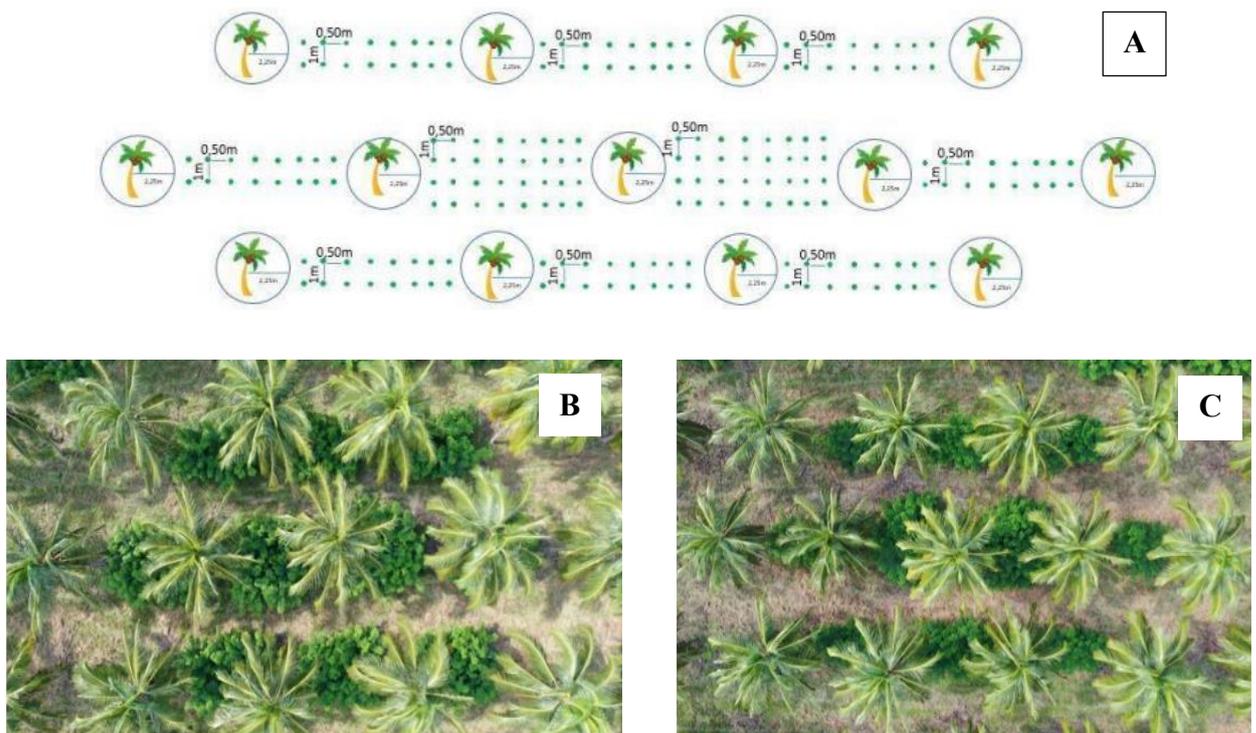
Fonte: Adaptado de Magalhães, 2023.

Figura 3- Esquema da parcela experimental (A) e vista aérea das parcelas com *G. sepium* (B) e *M. caesalpinifolia* (C) na densidade baixa de plantio (10.000 plantas/ha).



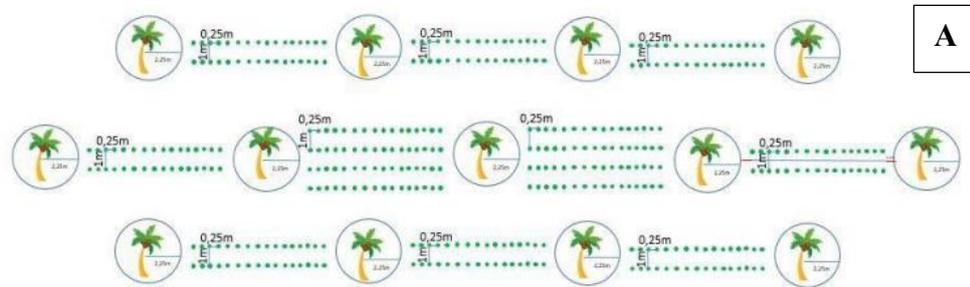
Fonte: Magalhães, 2023.

Figura 4 - Esquema da parcela experimental (A) e vista aérea das parcelas com *G. sepium* (B) e *M. caesalpinifolia* (C), na densidade média de plantio (20.000 plantas/ha).



Fonte: Magalhães, 2023.

Figura 5 - Esquema da parcela experimental (A) e vista aérea das parcelas com *G. sepium* (B) e *M. caesalpinifolia* (C), na densidade alta de plantio (40.000 plantas/ha).



Fonte: Magalhães, 2023.

3.3 Instalação e condução do experimento

A instalação e condução do experimento estão descritas por Magalhães, 2023, no qual foram realizados dois ciclos de poda nas leguminosas, depositando os resíduos na projeção da copa dos coqueiros. No terceiro ciclo a poda e deposição de resíduos na projeção da copa dos coqueiros ocorreram em abril de 2022. Em seguida foi realizada coleta de solo na profundidade de 0-20 cm de profundidade, para análise química.

3.4 Amostragem e análises de solo

Após 15 dias da terceira poda foi realizada a coleta do solo com o auxílio de trado holandês, com amostras coletadas nas camadas de 0-20 cm (Figura 6B). O período de 15 dias foi escolhido de acordo com o trabalho de Lira (2021) em que foi constatado que a decomposição dos resíduos das espécies *G. sepium* e *M. caesalpinifolia* ocorre com mais intensidade nos primeiros 30 dias, resultando na maior disponibilidade de nutrientes nesse período. A coleta foi realizada na área de projeção da copa dos coqueiros (Figura 6A). Foram obtidas três amostras simples para formar uma composta. O material coletado foi seco ao ar (Figura 7A) e passado por peneira de malha com 2 mm (Figura 7B).

Figura 6 - Galhos lenhosos presente em área de projeção da copa dos coqueiros após 15 dias de poda (A) e coleta na superfície do solo em área de projeção da copa dos coqueiros (B).



Fonte: O próprio autor.

Figura 7- Secagem (A) e peneiramento (B) das amostras de solo para posterior realização das análises químicas.



Fonte: O próprio autor.

A determinação dos atributos químicos do solo seguiu os métodos descritos em Teixeira *et al.* (2017). A determinação do potencial hidrogeniônico pH em água foi feita por meio de pHmetro utilizando a proporção 1:2,5. A extração do P foi por meio do Mehlich 1 e a determinação foi em fotocolorímetro. Foram utilizados H_2SO_4 na extração de N, sendo determinado por digestão a vapor (Kjeldahl), usando concentrações de NaOH e indicador de ácido bórico na titulação do coletado. Ca e Mg foram extraídos com solução de KCl a 1 mol L^{-1} , sendo determinados por meio de espectrômetro de absorção atômica. O Al foi extraído com KCl a 1 mol L^{-1} e titulado com NaOH ($0,025\text{ mol L}^{-1}$). A extração do Na e K foi por meio do Mehlich 1 sendo determinados em fotômetro de chama; os micronutrientes (Mn - Manganês; Zn - Zinco; Fe - Ferro e Cu - Cobre) foram extraídos com Mehlich 1 e determinados por um espectrômetro de absorção atômica. O carbono orgânico total (COT) foi extraído por oxidação por via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico e determinado na presença de sulfato ferroso amoniacal (MENDONÇA e MATOS, 2017).

Foram realizados os testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade para as seguintes variáveis: N, P, K, COT, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Na, Al e valores de CTC, SB e V%. As variáveis P, Zn, Al e CTC não apresentaram homogeneidade, provavelmente por conta de sua variabilidade, havendo transformações para o P e Zn, elevando-se os valores à potência box-cox (-0,1). Enquanto para Al e CTC não houve transformações. Em seguida foi realizada análise de variância (ANOVA), teste de Tukey ($P \leq 0,05$) e teste de Dunnett ($P \leq 0,05$). Para a realização das análises foi utilizado o software Statistical Analysis System (SAS). University version (SAS Inc., Cary, NC, USA, 2012-2018).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

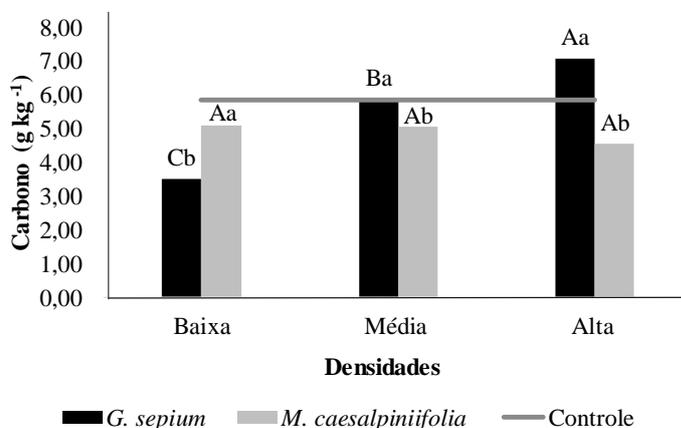
4.1 – Teor de carbono no solo

Em relação ao teor de carbono orgânico total no solo (COT), houve interação entre os tratamentos. A *G. sepium*, na densidade alta de plantio, levou ao maior teor de COT 7,09 g kg⁻¹, valor superior àqueles obtidos em resposta à poda da *M. caesalpiniiifolia* nas diferentes densidades de plantio e da vegetação do tratamento controle (Gráfico 1). A *M. caesalpiniiifolia* levou ao melhor resultado 5,80 g kg⁻¹ na densidade baixa de plantio, porém, esse resultado foi bem próximo ao obtido com o controle 5,85 g kg⁻¹. Estudo semelhante foi realizado por Sena (2019) que observou a influência das leguminosas Gliricídia, Leucena e sombreiro, em cobertura do solo, resultando em maior COT em resposta à Gliricídia e Leucena.

Esperava-se que ambas leguminosas proporcionariam valores elevados de carbono quando comparado com o controle. Entretanto, como o controle foi constituído basicamente por gramíneas que são classificados como plantas C4, essas fixam bastante carbono em sua biomassa e esse carbono aportado ao solo tem decomposição menos rápida em comparação às leguminosas. Então, isso contribuiu para o que controle apresentasse valor relativamente elevado de carbono no solo (MAGALHÃES, 2023).

Os resultados encontrados para teores de carbono no solo deste estudo diferem em relação ao apresentado por Rodrigues (2022). No estudo citado foi analisada a incorporação da biomassa da *G. sepium* e *M. caesalpiniaefolia* nas diferentes densidades em área de coqueiral, resultando em maior teor de C na *G. sepium* na densidade média (20.000 plantas/ha), enquanto que nesse estudo essa mesma espécie na densidade média de plantio resultou em teores inferiores a testemunha.

Gráfico 1 - Valores médios da interação entre os teores de carbono na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

4.2 – Acidez (pH, H+Al e Al)

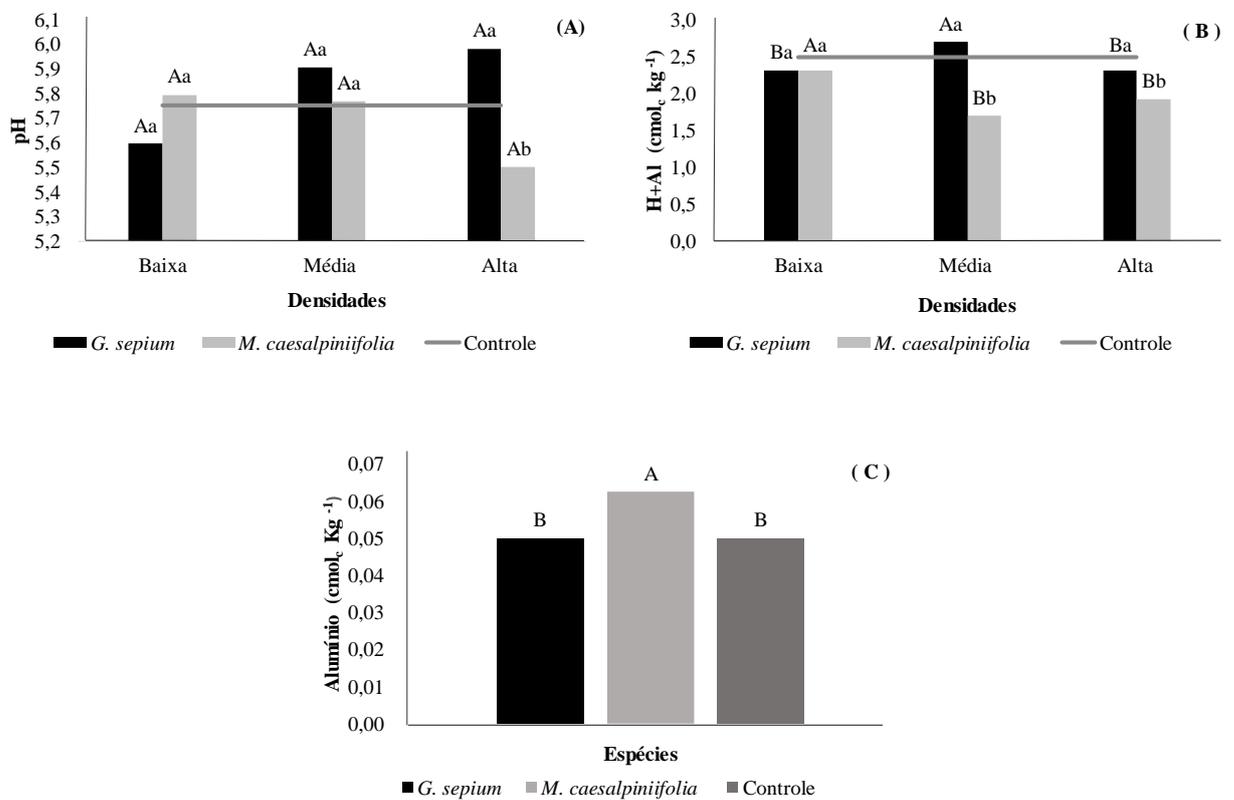
Em relação ao pH, houve interação entre os fatores de tratamentos. A *G. sepium* levou a valor de pH 5,98 na densidade alta de plantio, enquanto a *M. caesalpinifolia*, na mesma densidade, levou a valor inferior 5,50, ficando abaixo do controle 5,75, como apresentado no Gráfico 2A. O pH em água no solo funciona como indicador de qualidade, interferindo no potencial da solução do solo (DELFINO *et al.*, 2018). Nesse estudo, observar-se que não houve muita alteração do pH provocado pelas leguminosas, apresentando valores abaixo do ideal para a cultura do coqueiro. Os valores apresentados pela a *M. caesalpiniaefolia* e *G. sepium* foram valores muito inferiores ao ideal 6,0 a 6,5 para cultura de coqueiro em solos com média e alta CTC (NOGUEIRA FILHO *et al.*, 2004).

Ao analisar a acidez potencial, a *G. sepium* na densidade média de plantio, levou ao maior valor 2,70 cmol_c kg⁻¹ em comparação a *M. caesalpinifolia* na mesma densidade 1,69 cmol_c kg⁻¹, como pode ser visto no (Gráfico 2B). Já a *M. caesalpinifolia*, nas três densidades de plantio analisadas, levou à valores de acidez potencial inferiores ao controle 2,49 cmol_c kg⁻¹. A quantificação da acidez potencial está conectada com a quantidade de bases trocáveis que

serão necessários para estabelecer sua neutralidade e conseqüentemente a quantidade de calcário que terá que ser aplicado no local (KAMINSKI *et al.*, 2002).

Em relação ao alumínio, não houve interação significativa entre os fatores de tratamentos. Havendo diferenças significativas entre espécies, de modo que a *M. caesalpinifolia* apresentou maior teor de Al $0,06 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, em relação a *G. sepium* e o controle, no qual ambos apresentaram o mesmo teor de alumínio $0,05 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Gráfico 2 - Valores médios da interação entre os teores de pH, H+Al e Al na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

4.3 – Macronutrientes primários (N, P e K)

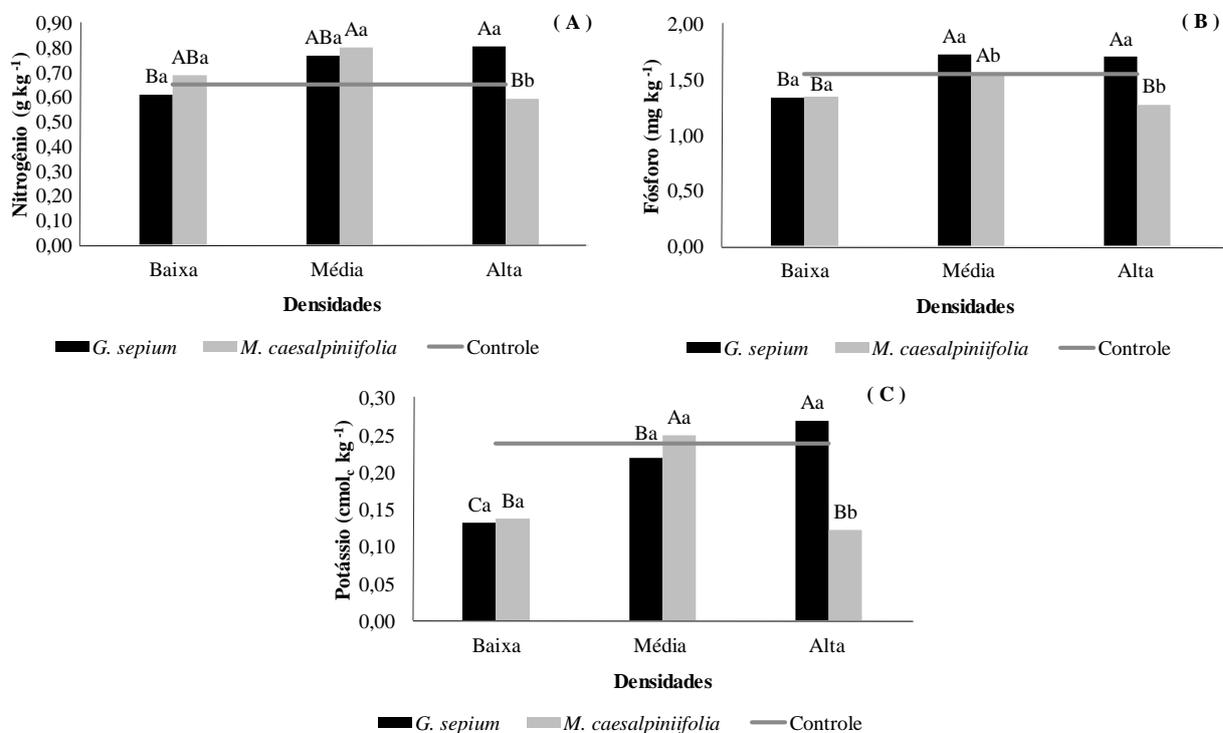
Para teores de N no solo houve interação entre as espécies em diferentes densidades. A *G. sepium*, na densidade alta de plantio resultou em maior teor desse elemento no solo $0,81 \text{ g kg}^{-1}$, enquanto que a espécie estabelecida nas densidades média e baixa de plantio levou a menores teores de N no solo $0,77$ e $0,61 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. A *M. caesalpiniiifolia* resultou em maior teor de N no solo na densidade média de plantio $0,80 \text{ g kg}^{-1}$, com menor teor observado na densidade alta $0,60 \text{ g kg}^{-1}$. Tanto a *G. sepium* na densidade baixa $0,61 \text{ g kg}^{-1}$, quanto a *M. caesalpiniiifolia* na densidade alta $0,60 \text{ g kg}^{-1}$, apresentaram teores inferiores de nitrogênio em relação a testemunha $0,65 \text{ g kg}^{-1}$, como mostra o Gráfico 3A.

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas por fazer parte dos aminoácidos que, junto com outros elementos, constituem as proteínas que são responsáveis por realizar funções vitais para a sobrevivência dos vegetais, atuando desde da absorção de nutrientes pelas raízes e também pelas folhas, pelo processo de fotossíntese ou na respiração. (MALAVOLTA, 2015).

Magalhães (2023) observou que no ciclo 1 de poda a *G. sepium* e *M. caesalpiniiifolia* apresentaram maior acúmulo de N em sua biomassa quando comparadas ao controle. Já no ciclo 2 a *G. sepium* apresentou maior acúmulo de nitrogênio entre os tratamentos avaliados. Desse modo, a *G. sepium* na densidade média de plantio levou ao maior teor de N na profundidade de 0-20 cm do solo no terceiro ciclo de poda.

Alcântara *et al.* (2000), realizando estudo com as leguminosas *Cajanus cajan* L. Millsp. e *Crotalaria juncea* L., observaram que a primeira resultou em aumento no teor de N nos primeiros 5 cm de profundidade do solo, se destacando em relação à segunda espécie.

Gráfico 3 - Valores médios da interação entre os teores de N, P e K na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

Houve interação entre fatores de tratamento para teores de fósforo no solo. A *G. sepium*, nas densidades média e alta de plantio, levou aos maiores teores de P no solo 1,72 e 1,70 mg kg⁻¹, respectivamente, enquanto que a *M. caesalpinifolia* na densidade média apresentou 1,56 mg kg⁻¹, superior aos 1,55 mg kg⁻¹ encontrados no tratamento controle (Gráfico 3B). Tais resultados são compatíveis com os observados por Magalhães (2023) que encontrou maior teor de P no solo sob influência da *G. sepium* na densidade média de plantio no primeiro ciclo de poda, enquanto que no segundo ciclo a mesma espécie apresentou o melhor resultado na densidade alta de plantio.

Ao analisar o teor de potássio, observa-se a interação entre os fatores de tratamentos. O tratamento com espécie de *G. sepium* na densidade alta levou ao maior teor de K 0,27 cmol_c kg⁻¹ no solo (Gráfico 3C), enquanto que a *M. caesalpinifolia* levou ao maior teor na densidade média de plantio 0,25 cmol_c kg⁻¹, sendo superior a testemunha 0,24 cmol_c kg⁻¹. Esses resultados diferem do encontrado por Magalhães (2023) que observou que a *G. sepium*

na densidade média de plantio resultou o maior teor no ciclo 1 e 2. Os teores de potássio nas leguminosas na densidade média de plantio apresentaram valores adequados para cultura de coqueiro (LINS e VIEGAS, 2008).

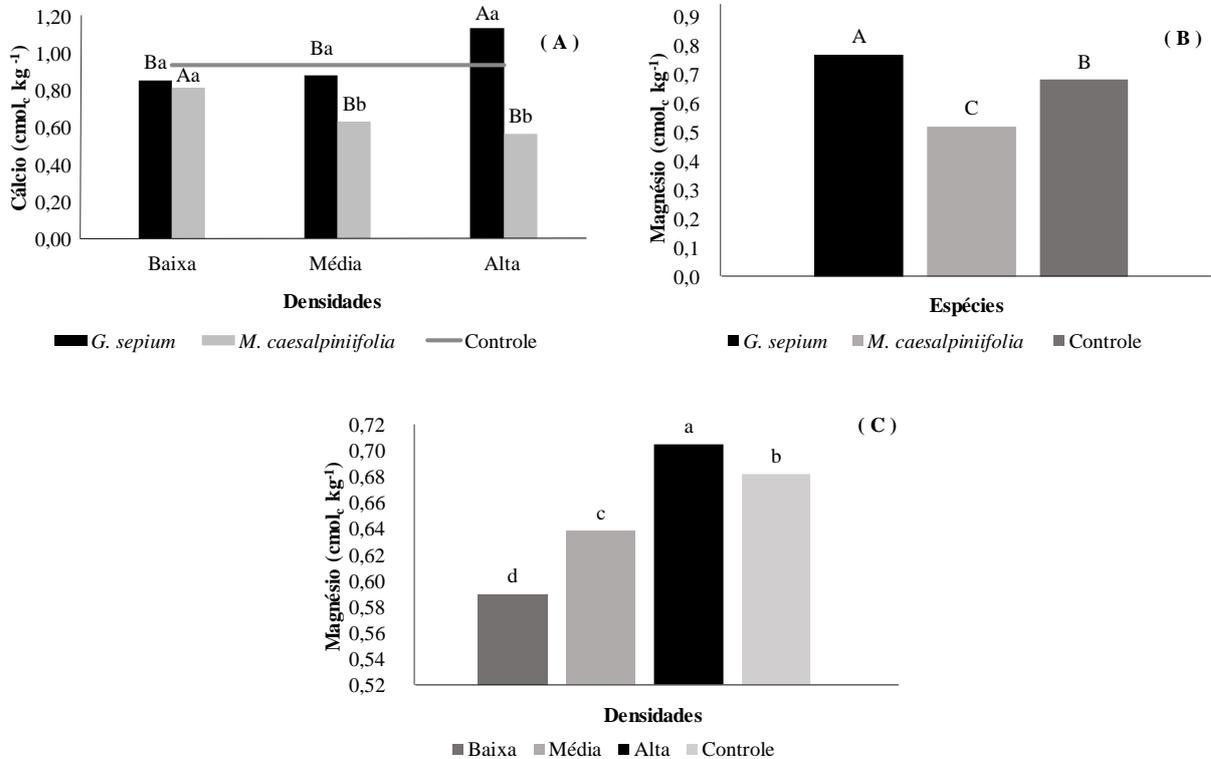
Mesmo a *G. sepium* resultando em maior teor de K no solo de coqueiral, nem sempre significa que esse nutriente estará disponível em quantidades requeridas pela cultura, pois deve-se atentar para as quantidades de Ca e Mg que podem limitar a disponibilidade desse elemento, além dos processos de perda no solo por meio da lixiviação. Logo a importância de considerar a quantidade de cálcio e magnésio nas análises interpretativas de solo (SANTOS *et al.*, 2004).

4.4 – Macronutrientes secundários (Ca e Mg)

Analisando o teor de Ca no solo, observa-se interação entre os fatores de tratamento, de modo que a *G. sepium* na densidade alta de plantio levou ao melhor resultado $1,14 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ em comparação com a *M. caesalpiniiifolia* na mesma densidade $0,57 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, e o tratamento controle $0,94 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, como apresentado no (Gráfico 4A). A quantidade de Ca no solo proporcionada pela poda da *G. sepium* na densidade alta de plantio é interpretada como teor médio para o coqueiro (LINS e VIEGAS, 2008).

Em relação aos teores de Mg houve interação significativa entre espécies e entre densidades, isoladamente, de modo que a *G. sepium* apresentou $0,77 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ promovendo maior aporte desse elemento químico no solo, enquanto a *M. caesalpiniiifolia* resultou em $0,52 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ levou a teores inferiores em relação ao tratamento controle $0,68 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, como apresentado no (Gráfico 4B), enquanto que entre as densidades houve maior aporte desse elemento no solo na densidade alta $0,71 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, enquanto que nas densidades média e baixa levaram a teores $0,64$ e $0,59 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente, resultado inferior ao controle $0,68 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Os teores de magnésio apresentados pela *G. sepium* e o controle se mostraram adequados a cultura do coqueiro, enquanto a *M. caesalpiniiifolia* apresentou teor médio desse elemento (LINS e VIEGAS, 2008). como apresentado no (Gráfico 4C).

Gráfico 4 - Valores médios da interação entre os teores de Ca e Mg na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

4.5 – Micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu) e Na

Na análise dos teores de ferro no solo, houve interação entre os tratamentos. A *G. sepium*, na densidade média de plantio, levou ao teor mais elevado 12,46 mg kg⁻¹ de Fe (Gráfico 5^a). A *M. caesalpinifolia* resultou em maior teor de ferro no solo 12,17 mg kg⁻¹ quando estabelecida na densidade alta de plantio, já o tratamento controle levou ao menor teor de Fe 11,73 mg kg⁻¹ quando comparado aos demais tratamentos (Gráfico 5A).

Analisando o teor de zinco na camada de 0-20 cm do solo, houve interação entre os tratamentos. Diferindo dos elementos anteriormente apresentados, a *M. caesalpinifolia* na densidade baixa de plantio, levou ao maior teor de Zn no solo 1,34 mg kg⁻¹ quando comparada aos demais tratamentos (Gráfico 5B). Mesmo sendo o maior teor do elemento observado no estudo, ainda é considerado baixo para a cultura de coqueiro (LINS e VIEGAS, 2008). A *G.*

sepium, nas densidades média e alta de plantio, levou a teores de zinco no solo 1,31 e 1,33 mg kg⁻¹, respectivamente, que foram superiores ao controle 1,25 mg kg⁻¹, conforme apresentado no Gráfico 5B.

Houve interação entre os fatores de tratamentos para teores de Mn no solo. A *M. caesalpinifolia*, na densidade baixa de plantio, resultou em maior teor de Mn no solo 4,32 mg kg⁻¹, enquanto a *G. sepium* levou a maior teor do elemento 3,60 mg kg⁻¹ na densidade alta de plantio, apresentando resultados de manganês superiores em comparação ao controle 3,03 mg kg⁻¹, conforme observado no Gráfico 5C.

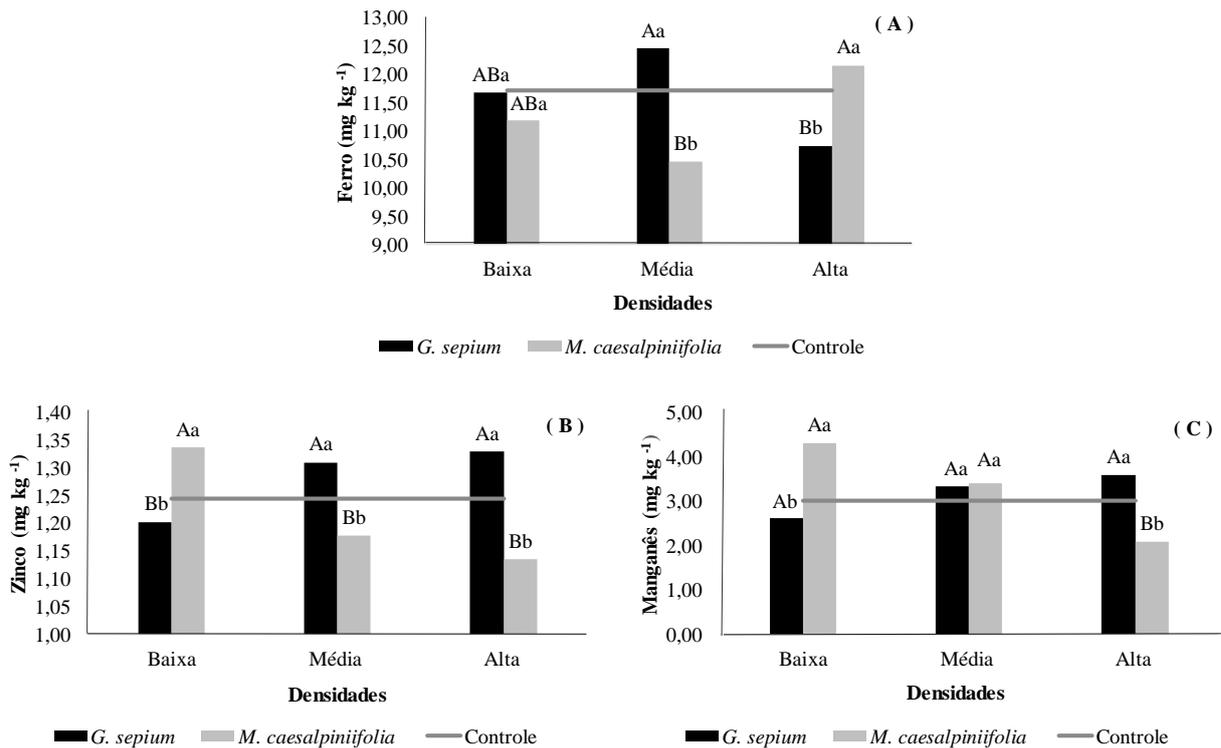
Em relação ao teor de cobre no solo, houve interação entre tratamentos. A *G. sepium*, na densidade média de plantio, levou ao maior teor de Cu 6,10 mg kg⁻¹ na camada de 0-20 cm do solo. Já a *M. caesalpinifolia*, na densidade baixa de plantio, levou ao teor de Cu de 3,60 mg kg⁻¹. Esse valor foi menor em relação ao encontrado para o controle 4,58 mg kg⁻¹, conforme apresentado no Gráfico 6A. Os teores de Cu no solo sob influência das leguminosas coincidem com valores encontrados em alguns estudos. Magalhães (2023) verificou maior teor desse elemento no solo em área de influência da *G. sepium* nas densidades média e alta de plantio no primeiro ciclo de poda, enquanto no segundo ciclo a mesma espécie levou ao maior resultado de Cu no solo na densidade alta de plantio. Ressalta-se que o potencial das leguminosas de absorverem altas concentração de Cu está relacionado a atuação dos fungos micorrizicos (FONTÃO DE LIMA *et al.*, 2023). O cobre absorvido pelas plantas com ajuda desses fungos é transportado para a biomassa da parte aérea, ao sofrer poda essa biomassa serão depositas sobre a superfície do solo, contribuindo no aumento dos teores de Cu na camada de 0-20 cm.

Quanto ao sódio no solo, observa-se que o controle apresentou teor superior 0,10 cmol_c kg⁻¹ em comparação às leguminosas em diferentes densidades de plantio (Gráfico 6B). A *G. sepium*, nas densidades médias e alta de plantio, levou a 0,09 cmol_c kg⁻¹ de sódio no solo, enquanto a *M. caesalpinifolia*, na densidade alta de plantio, levou a 0,07 cmol_c kg⁻¹ de sódio no solo (Gráfico 6B). Alto teor apresentado no tratamento controle, pode está relacionado a decomposição do material proveniente do ciclo 2. Magalhães (2023), o tratamento controle apresentou maior teor de Na em sua biomassa, entretanto esses teores na biomassa não foram os mesmos encontrados no solo após a poda da vegetação controle.

Em regiões de clima tropical é comum encontrar altos teores de Na no solo, por conta do alto grau de intemperismo e evaporação. Altas concentrações desse elemento é suficiente para interferir no desenvolvimento dos vegetais, sendo um problema que gera limitações na produção agrícola em escala global (MELO *et al.*, 2008). Portanto práticas de manejo com uso

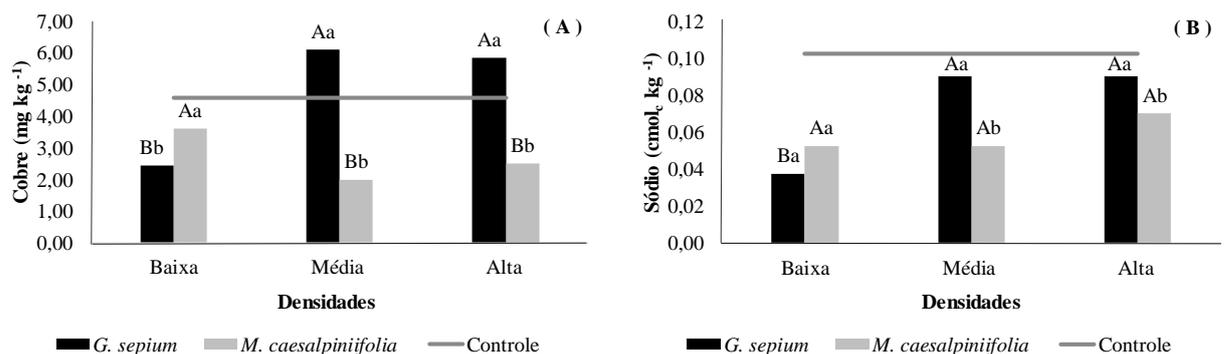
de plantas remediadoras juntamente com o gesso agrícola podem reduzir concentrações de sódio no solo (PEDROTTI *et al.*, 2015).

Gráfico 5 - Valores médios da interação entre os teores de Fe, Zn, Mn na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

Gráfico 6 - Valores médios da interação entre os teores de Cu e Na na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

4.6 – Atributos calculados (SB, CTC, V% e CE)

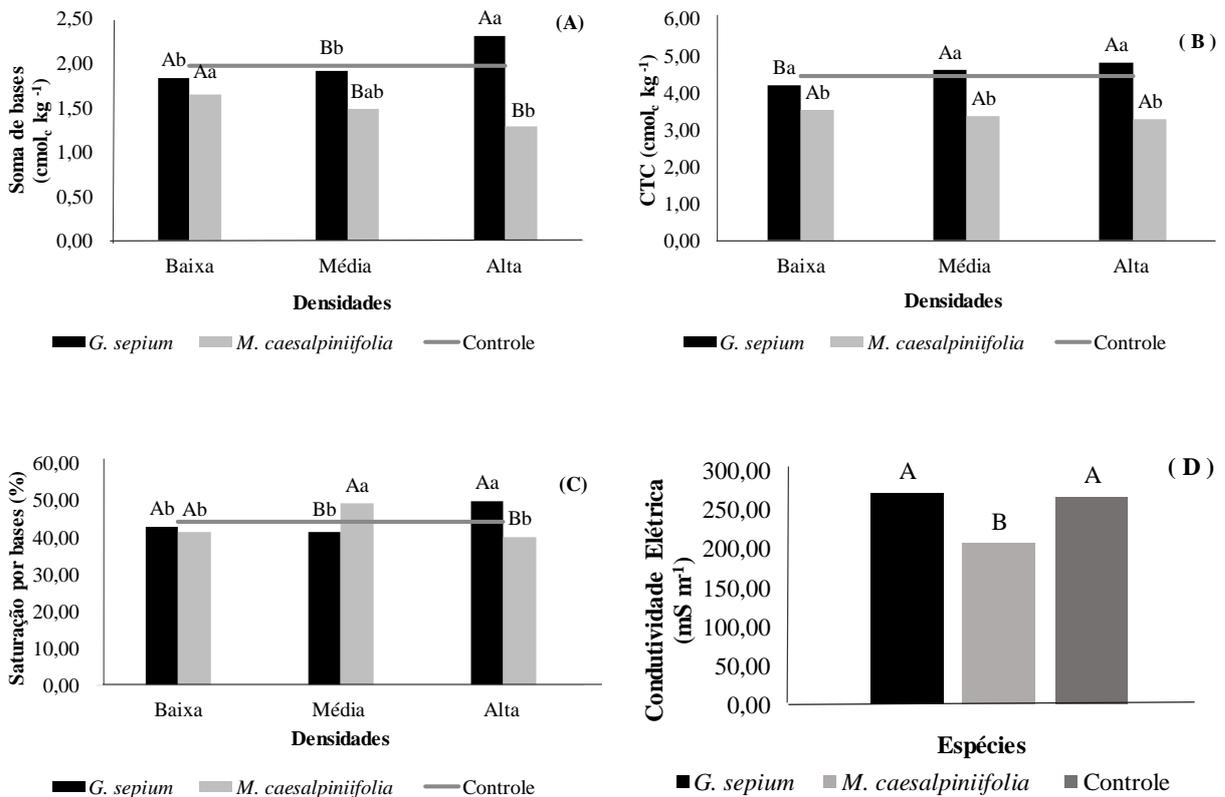
Ao observar o resultado da soma de bases, constata-se que houve interação entre os tratamentos. A *G. sepium*, na densidade alta de plantio levou ao maior valor de SB 2,31 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, enquanto a *M. caesalpiniiifolia* levou à maior SB 1,29 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ na densidade baixa de plantio (Gráfico 7A). O controle levou a valores de SB superiores 1,97 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ em relação aos valores observado para a *M. caesalpiniiifolia*, conforme apresentado no Gráfico 7A. Esse resultado difere do observado por Magalhães (2023) que, no primeiro ciclo de poda da mesmas leguminosas avaliadas neste estudo, observou que a *G. sepium*, na densidade média de plantio, levou ao maior valor de SB na camada de 0 a 20 cm do solo, enquanto no segundo ciclo foram constados valores altos de SB associados à *G. sepium* nas densidades média e alta de plantio. Esse alto valor apresentado pela *G. sepium*, tem relação com a absorção de bases trocáveis presente no solo. Segundo Magalhães (2023), resíduos de poda da *G. sepium* apresentam rápida liberação de bases trocáveis no solo quando comparados com resíduos da *M. caesalpiniiifolia* e do controle. Logo, já esperava-se que o solo que recebeu resíduos da *G. sepium* apresentasse maior valor de soma de base em comparação ao solo que recebeu resíduos da *M. caesalpiniiifolia* na densidade alta de plantio.

Houve interação entre os fatores de tratamento para a CTC do solo. A *G. sepium*, na densidade alta de plantio, resultou em maior CTC 4,80 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ na camada de 0-20cm do solo, sendo esse valor classificado como adequado para a cultura de coqueiro (LINS e VIEGAS, 2008). A *M. caesalpiniiifolia*, na densidade baixa de plantio, levou a maior valor de CTC do solo 3,53 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, apresentando valor inferior ao observado para o controle 4,46 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, conforme apresentado no Gráfico 7B. Segundo Magalhães (2023), o aumento da CTC está relacionado a quantidade de resíduos vegetais aportados no solo em determinado período do tempo. Já Barreto e Fernandes (2001), ao estudar a incorporação dos resíduos de Gliricídia e Leucena ao solo, por meio de sucessivas podas, observou que não houve aumento de CTC em áreas que receberam os resíduos das leguminosas comparadas ao controle sem leguminosas. Portanto, o aporte do material orgânico em curto período não foi suficiente para elevar os valores de CTC.

Na análise da saturação de bases (V%), verifica-se que houve interação entre os tratamentos. A *G. sepium* levou ao maior valor de V% 49,89% na densidade alta de plantio, enquanto a *M. caesalpinifolia* levou ao maior valor de saturação por bases 49,23% na densidade média de plantio (Gráfico 7C). Já o tratamento controle levou aos menores valores de saturação por bases 44,18% em relação aos valores obtidos nas áreas que receberam os resíduos das leguminosas.

Quanto a condutividade houve diferença significativo entre as espécies, de modo que a *G. sepium* apresentou maior valor 272,13 mS m⁻¹, enquanto que o controle e *M. caesalpiniaefolia* apresentaram: 267,50 mS m⁻¹ e 206,86 mS m⁻¹, respectivamente (Gráfico 7D).

Gráfico 7 - Valores médios da interação entre os atributos calculados (SB, CTC, V% e CE) na camada de 0-20 cm do solo que recebeu resíduos de leguminosas estabelecidas em densidades de plantio distintas, comparados ao controle.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Letras maiúsculas compara as espécies em cada densidade e letra minúsculas comparam as densidades em cada espécie.

4.7 - Teste de Dunnett para os atributos químicos do solo

Ao contrastar as médias dos tratamentos com o controle se constata que a *G. sepium*, na densidade alta de plantio, levou ao maior aporte de C, Ca e Mg no solo em comparação com o controle (Tabela 1). Para teores de P e Cu no solo houve maior aporte proporcionado pela *G. sepium* na densidade média de plantio. Para o K, o tratamento com *M. caesalpinifolia* na densidade alta de plantio aportou menos do que o controle. Para teores de Zn e Mn no solo houve maior aporte na densidade baixa de plantio de *M. caesalpinifolia*. Quanto aos atributos calculados (SB, CTC e V%), a *G. sepium*, na densidade alta de plantio, aportou mais em relação à testemunha (Tabela 1). A acidez potencial (H+Al) e os teores de Na não foram aumentados pelos tratamentos avaliados em comparação ao controle (Tabela 1). Em relação aos atributos, teores de N, Fe, Al e valores de CE e pH, não houve diferença significativa em relação ao controle (Tabela 1).

Tabela 1- Diferenças entre as médias dos tratamentos pelo teste de Dunnett para os atributos químico do solo na profundidade de 0-20 cm. O resultado com sinal negativo significa que o tratamento teve comportamento abaixo do tratamento controle.

Tratamento	N	P	K	C	Ca	Mg
	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
1-Controle	0,16 ^{NS}	0,15 [*]	0,03 ^{NS}	1,24 [*]	0,20 [*]	0,19 [*]
2-Controle	0,12 ^{NS}	0,17 [*]	-0,02 ^{NS}	0,00 ^{NS}	-0,06 ^{NS}	0,04 ^{NS}
3-Controle	-0,04 ^{NS}	-0,21 [*]	-0,11 [*]	-2,33 [*]	-0,08 ^{NS}	0,04 ^{NS}
4-Controle	-0,05 ^{NS}	-0,28 [*]	-0,12 [*]	-1,31 [*]	-0,38 [*]	-0,15 ^{NS}
5-Controle	0,15 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,01 ^{NS}	-0,79 ^{NS}	-0,31 [*]	-0,13 ^{NS}
6-Controle	0,04 ^{NS}	-0,21 [*]	-0,10 [*]	-0,77 ^{NS}	-0,13 ^{NS}	-0,22 [*]

Tratamento	Fe	Zn	Mn	Cu	Na	Al
	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
1-Controle	-0,99 ^{NS}	0,08 [*]	0,57 ^{NS}	1,25 [*]	-0,01 ^{NS}	0,00 ^{NS}
2-Controle	0,73 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,31 ^{NS}	1,52 [*]	-0,01 ^{NS}	0,00 ^{NS}
3-Controle	-0,05 ^{NS}	-0,04 ^{NS}	-0,38 ^{NS}	-2,15 [*]	-0,07 [*]	0,00 ^{NS}
4-Controle	0,44 ^{NS}	-0,11 [*]	-0,93 ^{NS}	-2,07 [*]	-0,03 [*]	0,03 ^{NS}
5-Controle	-1,26 ^{NS}	-0,07 [*]	0,38 ^{NS}	-2,59 [*]	-0,05 [*]	0,01 ^{NS}
6-Controle	-0,53 ^{NS}	0,09 [*]	1,29 [*]	-0,98 ^{NS}	-0,05 [*]	0,00 ^{NS}

Tratamento	H+Al	CE	pH	CTC	SB	V%
	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
1-Controle	-0,18 ^{NS}	46,30 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,34 [*]	0,34 [*]	5,72 [*]
2-Controle	0,21 ^{NS}	-26,53 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,15 ^{NS}	-0,06 ^{NS}	-2,75 ^{NS}
3-Controle	-0,18 ^{NS}	-5,90 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	-0,26 ^{NS}	-0,13 ^{NS}	-1,19 ^{NS}
4-Controle	-0,57 [*]	-49,92 ^{NS}	-0,25 ^{NS}	-1,18 [*]	-0,68 [*]	-3,98 ^{NS}
5-Controle	-0,80 [*]	-63,42 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-1,10 [*]	-0,49 [*]	5,06 ^{NS}
6-Controle	-0,18 ^{NS}	-68,58 ^{NS}	0,04 ^{NS}	-0,93 [*]	-0,33 [*]	-2,71 ^{NS}

NS,* e -: não significativo e significativo a 5% pelo teste de Dunnett, 1- densidade alta (*G. sepium*); 2- densidade média (*G. sepium*); 3- densidade baixa (*G. sepium*); 4- densidade alta (*M. caesalpinifolia*); 5- densidade média (*M. caesalpinifolia*); 6- densidade baixa (*M. caesalpinifolia*); valores abaixo do tratamento controle.

5 CONCLUSÃO

Os melhores resultados foram proporcionados pela *G. sepium* nas densidades média e alta de plantio que levaram aos melhores teores dos seguintes nutrientes: N, P, K, C, Ca, Fe, Cu. Isso contribui com melhorias nos atributos químicos do solo, resultando na disponibilidade desses nutrientes para a cultura do coqueiro. Logo, aceita a hipótese inicial deste estudo. 1) O terceiro ciclo de poda da espécie de Gliricídia (*Gliricidia sepium*), cultivada em sequeiro na maior densidade de plantio, favoreceu a fertilidade do solo de coqueiral em comparação com a espécie Sabiá (*Mimosa Caesalpiniaefolia Benth*). 2) A melhoria na fertilidade do solo pode ser identificada por meio do aumento na disponibilização de nutrientes, sobretudo de nitrogênio e fósforo, após 15 dias de deposição de resíduos vegetais provenientes da realização da terceira poda. Para se ter maiores questionamentos se faz necessário realizar mais estudos quanto a fertilidade do solo no local do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rafael Moysés; MULLER, A. A. **Aspectos básicos do cultivo do coqueiro (Cocos nucifera L.)**. EMBRAPA-CPATU, 1995. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/374719/1/Aspectosbasicos.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- ALVES, Raimundo Nonato Brabo; LOPES, Otávio Manoel Nunes. Adubação verde e plantio direto: alternativas de manejo agroecológico para a produção agrícola familiar sustentável. 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/403557/1/DOCUMENTOS212EmbrapaAOriental.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2023.
- ALCÂNTARA, Flávia Aparecida de et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 277-288, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/NWGMFqjWwHMDJK6YtncqY5H/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2023.
- ALVARENGA, Ramon Costa et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001. Disponível em: <file:///C:/Users/win10/Downloads/Plantas-cobertura.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2023.
- AMBROSANO, Edmilson José et al. Desempenho de adubos verdes e da primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivados consorciadamente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 80-90, 2013. Disponível em: <https://revistas.abaagroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/13215/pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- BARRETO, A. C. Cultivo de alamedas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em solos de Tabuleiros Costeiros. 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35441/1/f-01.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- BARRETO, Antônio Carlos; FERNANDES, Marcelo Ferreira. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1287-1293, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/fTSZSztKZ33HZYYj7qJN4Dg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 set. 2023.
- Barroso, G. M.; Peixoto, A. L.; Costa, C. G.; Ichaso, C. L. F.; Guimarães, E. F. & Lima, H. C. 1984. Leguminosae. In: *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. v. 2. Pp. 15-100. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/f9MWpMjhNZ85zGWwsNmtpnM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 set. 2023.
- BARROS, Simone Regina Alves De Freitas. COCOICULTURA: PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E EXPORTAÇÃO NACIONAL E NO ESTADO DE ALAGOAS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 333-343, 2022.

Disponível em: <file:///C:/Users/win10/Downloads/Art16-p.333-343.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2023.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Coconut: production and market. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021_CDS_206.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

BASCHE, Andrea D. et al. Soil water improvements with the long-term use of a winter rye cover crop. **Agricultural Water Management**, v. 172, p. 40-50, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377416301214>. Acesso em: 02 set. 2023.

BATISTA, Marcelo Augusto et al. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. 2018. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-06.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Sabiá-Mimosa caesalpinifolia. 2007. Disponível em: bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7579/circtec135.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 02 out. 2023.

CARDOSO, Joel Henrique. Leguminosas arbóreas e fruticultura: contribuições agroflorestais para a sustentabilidade dos pomares. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210967/1/CLV19030.pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

CORWIN, Dennis L.; LESCH, Scott M. Medições de condutividade elétrica aparente do solo na agricultura. **Computadores e eletrônica na agricultura**, v. 46, n. 1-3, pág. 11-43, 2005. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-08112022-115021/publico/Matheus_Fontana_Westphalen.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

DA SILVA, Gilma Alves; LANDAU, Elena Charlotte. Evolução da produção de coco-da-baía (Cocos nucifera, Palmae). 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1122666/1/Cap21-EvolucaoProducaoCoco.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2023.

DELFINO, G. et al. Impacto da gliricídia (Gliricidia sepium) sob indicadores de qualidade química do solo para uso em sistemas de ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta). 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186371/1/Impacto.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2023.

DE MEIRELLES, A. C. et al. Estabelecimento inicial de leguminosas arbóreas em um sistema de aleias para consorciamento com frutíferas em solo latossolo amarelo da Amazônia Central. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117818/1/sbpcnet-org-br-livro-66ra-resumos-resumos-7434-htm.pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

DE OLIVEIRA, Francisco Ronaldo Alves et al. Adubação verde e o acúmulo de macronutrientes na cultura do milho cultivado em solo degradado. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130519/1/CNPC-2015-Adubacao.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

DE LIMA FILHO, Oscar Fontão et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática: volume 1. 2023. Disponível em: [file:///C:/Users/win10/Downloads/ADUBACAO-VERDE-VOL-01-ed02-2023%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/win10/Downloads/ADUBACAO-VERDE-VOL-01-ed02-2023%20(4).pdf). Acesso em: 01 nov. 2023.

DE NORMALIZAÇÃO, Comissão. **GUIA DE NORMALIZAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS DA**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <https://mestradoantropologia.ufc.br/wp-content/uploads/2019/01/guia-normalizacao-trabalhos-ufc-2013.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

DRUMOND, Marcos Antônio; CARVALHO FILHO, OM de. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste brasileiro. 1999. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/133712/1/Drumond.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2023.

ELEVITCH, Craig R.; FRANCIS, John K. *Gliricidia sepium* (gliricidia). **Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2006. Disponível em: <https://raskisimani.files.wordpress.com/2013/01/gliricidia-gliricidia.pdf>. Acesso em: 07 set. 2023.

ESPINDOLA, Jose AA et al. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005., 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11957/2/00076310.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

ESPÍNDOLA, José Antonio Azevedo; GUERRA, José GM; DE ALMEIDA, D. L. Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. 1997. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27233/1/doc042.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

FARIA, CMB de; SOARES, J. M.; LEÃO, PC de S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 641-648, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/yMZxZjsMHkmfH4WMzLSJVJP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2023.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) Crops and livestock products, p. 368, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb4477en/cb4477en.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023.

FERREIRA, Leonardo Elias; DE SOUZA, Eliziete Pereira; CHAVES, Arilene Franklin. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 5, 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/681/1274>. Acesso em: 25 ago. 2023.

FONTANÉTTI, Anastácia et al. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 967-973, 2004.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/HBMNv9vShXbBjr7CzkDLR3P/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 21 out. 2023.

FREITAS, Idelfonso Colares de et al. Atributos de um Neossolo Quartzarênico da pré-amazônia sob agroecossistemas de produção familiar. 2013. Disponível em:

<https://repositorio.bc.ufg.br/teseserver/api/core/bitstreams/01f2cf15-7c2f-4665-b489-bf69ba287837/content> Acesso em: 04 dez. 2023.

IMBANA, Rugana et al. Leguminosas como plantas de cobertura para melhoria da qualidade do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 4, p. 351-357, 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/win10/Downloads/Dialnet-LeguminosasComoPlantasDeCoberturaParaMelhoriaDaQua-8360178%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/win10/Downloads/Dialnet-LeguminosasComoPlantasDeCoberturaParaMelhoriaDaQua-8360178%20(1).pdf). Acesso em: 30 out. 2023.

KAMINSKI, J. et al. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1107-1113, 2002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/qC98hQCX7tHttvdnKqRdFZc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 out. 2023.

LEBRAZI, Sara; FIKRI-BENBRAHIM, Kawtar. Potential of tree legumes in agroforestry systems and soil conservation. In: **Advances in Legumes for Sustainable Intensification**. Academic Press, 2022. p. 461-482. Disponível em:

<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/22165/1/CEF-JCRAMALHO-Ribeiro-Barros-Tree-Shrub%20Legumes-Agroforestry%20Systems-2018-Chapter%20InTech%20Book.pdf>.

Acesso em: 08 out. 2023.

LEWIS, G.; SCHIRE, B.; MACKINDEN, B. Tribú Caesalpiniae. Avances en la sistemática de Leguminosas (Fabaceae). **Botanic Gardens**, 2005. Disponível em:

[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qml1ean45vffcz55\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1176199](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qml1ean45vffcz55))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1176199). Acesso em: 10 nov. 2023.

LINS, PMP; VIÉGAS, I. Adubação do coqueiro no Pará. 2008. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30446/1/Doc350.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2023.

LIRA, Ingrid da Costa. Decomposição de resíduos de leguminosas arbóreo-arbustivas e liberação de nutrientes no solo. 2021. 46f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61689/3/2021_tcc_iclira.pdf. Acesso em: 21 set. 2023.

LORENZI, Harri. **Brazilian trees: manual for identification and cultivation of tree plants native to Brazil**. New Odessa: Plantarum, 1992. Disponível em: <https://aeaesp.com.br/wp-content/uploads/2019/09/%C3%81rvores-Brasileiras-Lorenzi-volume-1-compactado.pdf>.

Acesso em: 15 out. 2023.

MAGALHÃES, Rafaela Batista. Leguminosas arbóreo-arbustivas como fonte de nutrientes em plantio de coqueiro. 2023. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/71677/3/2023_tese_rbmagalhaes.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.

MAGALHÃES, Rafaela Batista et al. Leguminous species at distinct planting densities and rainfed coconut intercropping for green manuring in sandy soil of sub-humid region. **Journal of Soils and Sediments**, p. 1-15, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373162957_Leguminous_species_at_distinct_planting_densities_and_rainfed_coconut_intercropping_for_green_manuring_in_sandy_soil_of_sub-humid_region. Acesso em: 12 nov. 2023.

MARTINS, Carlos Roberto; JESUS JUNIOR, L. A. Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014. **Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 53p**, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1014433/1/ProducaoecomercializacaoDoc184.pdf>. Acesso em: 28 out. 2023.

MALAVOLTA, E. Relatório de visita técnica a Sococo. Moju: [s.n.], 2001. 11 p. (Trabalho de consultoria apresentado a Socôco S/A em agosto de 2001). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/410085/1/Doc350.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

MALAVOLTA, Euripedes. **Adubos e adubações**. NBL Editora, 2015. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=xz98RIoTflgC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 16 set. 2023.

MALHOTRA, S. K. et al. Diagnóstico e manejo de restrições de fertilidade do solo em coqueiro (Cocos nucifera): uma revisão. 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/357075/1/CPATCCIR.TEC.193.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MELO, Ronaldo M. et al. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 376-380, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/wh7QKcdHRK39DGhQGB9f7fy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 set. 2023.

MÉNDEZ-BAUTISTA, Joaquín et al. Effect of pest controlling neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and mata-raton (*Gliricidia sepium* Jacquin) leaf extracts on emission of green house gases and inorganic-N content in urea-amended soil. **Chemosphere**, v. 76, n. 3, p. 293-299, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653509004457>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MEIRELLES, Augusto Cruz de; SOUZA, Luiz Augusto Gomes de. Produção e qualidade da biomassa de leguminosas arbóreas cultivadas em sistemas de aleias em Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Volume 10, Pags. 67-74**, 2015. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/15799/10877>. Acesso em: 21 ago. 2023.

NOGUEIRA FILHO, GERALDO COSTA et al. Recomendações Técnicas para o Cultivo do Coqueiro em Roraima. 2004. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120015/1/cit0042004cocogeraldo.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023

PEDROTTI, Alceu et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 1308-1324, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/231164824.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

PERIN, A. et al. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 713-720, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/9vQH6QgnGv58jPgNGHDQmQR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 out. 2023.

PINHO, Leandro Glaydson da Rocha et al. Absorção e redistribuição de boro em coqueiro-anão-verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1769-1775, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/vPbtRcrx63wPHmRbrkrkzsM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 dez. 2023.

RAO, M. R.; MATHUVA, M. N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 78, n. 2, p. 123-137, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228602487_Legumes_for_improving_maize_yields_and_income_in_semi-arid_Kenya. Acesso em: 12 out. 2023.

RIBASKI, Jorge et al. Sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia) árvore de múltiplo uso no Brasil. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228602487_Legumes_for_improving_maize_yields_and_income_in_semi-arid_Kenya. Acesso em: 13 ago. 2023.

REETZ JÚNIOR, H. F.; LOPES, Alfredo Scheid. Fertilizantes e seu uso eficiente. **Tradução de Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos**, 2017. Disponível em: <https://ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x-1.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

RIBASKI, Jorge et al. Sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia) árvore de múltiplo uso no Brasil. 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/309651/1/comtec104.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

RODRIGUES, Andreia Mariana dos Santos. Estoque de carbono e nitrogênio em solo arenoso manejado com leguminosas adubadoras. 2022. Disponível em: file:///C:/Users/win10/Downloads/2022_tcc_amsrodrigues.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023.

SANTOS, Anselmo Lúcio dos; MONNERAT, Pedro Henrique; CARVALHO, Almy Júnior Cordeiro de. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 330-334, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/d6sNM8GJkKdkTydrQNXYZFg/>. Acesso em: 22 ago. 2023.

SENA, Virley Gardeny Lima et al. Carbon sequestration and efficiency of nutrient use by corn in direct planting on tree legume straw. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/nTxpjHC9T7Vmmcw5bczZrDn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 15 set. 2023.

SIMON, Marcelo F. et al. The evolutionary history of Mimosa (Leguminosae): toward a phylogeny of the sensitive plants. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 7, p. 1201-1221, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183509/1/Simon-et-al-2011-American-Journal-of-Botany.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SILVA, JOSÉ ANTONIO ALBERTO DA et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 225-230, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/QMTgvVBJHrqtKFrPmzSL9ds/?lang=pt>. Acesso em: 12 nov. 2023.

STEFFEN, Ricardo Bemfica; ANTONIOLLI, Zaida Inês; STEFFEN, Gersa Pauli Kist. Evaluation of substrates for reproduction of native springtails under laboratory conditions. *Forest Science*, v. 17, p. 265-269, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262746933_Edaphic_fauna_influenced_by_the_use_of_soil_cover_crops_and_intercropping. Acesso em: 20 set. 2023.

TEASDALE, John R.; COFFMAN, Charles B.; MANGUM, Ruth W. Potential long-term benefits of no-tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 5, p. 1297-1305, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/43283327_Potential_Long-Term_Benefits_of_No-Tillage_and_Organic_Cropping_Systems_for_Grain_Production_and_Soil_Improvement. Acesso em: 15 out. 2023.

TEIXEIRA, Paulo César et al. Manual de métodos de análise de solo. 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/win10/Downloads/ManualdeMetodosdeAnalisedeSolo2017.pdf>. Acesso em: 22 out. 2023

TEIXEIRA, Luiz Antonio Junqueira et al. Adubação com NPK em coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.): atributos químicos do solo e nutrição da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 115-119, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/mGM6QmxssWQ3Tvb3NZws5Hq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2023.

VELOSO, Carlos Alberto Costa et al. Correção da acidez do solo. **Edilson Carvalho**, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1127235/1/LV-RecomendacaoSolo-2020-49-56.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

WOLFF, L. F. et al. Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195938/1/LIVRO-Leguminosas.pdf>. Acesso em: 28 set. 2023.

ZONTA, João Henrique et al. Práticas de conservação de solo e água. 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/928493/1/CIRTEC133tamanho2.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

ANEXO A - DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO SOLOS
PERFIL 1

PERFIL 1

Data: 20/02/2020

Localização: Itarema-Ce.

Situação: Terço superior da paisagem.

Classificação: Neossolo Quartzarênico.

Geologia: Sedimento.

Material de Origem: Sedimento do Grupo Barreira.

Uso atual: Plantio de coqueiros.

Clima: Tropical.

Relevo: Plano a suave ondulado.

Drenagem: Forte a excessivamente

Pedregosidade: Não pedregosa.

Rochosidade: Não rochosa.

Erosão: Não aparente.

Descrito e coletado por – Gilcivan Moreira, Daniel Pontes e Rafaela Batista

Ap1 0-14cm; Bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; solto (úmido); não plástico e não pegajoso; transição clara.

Ap2 14-26 cm; Bruno muito escuro (7,5YR 2,5/3, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; solto (úmido); não plástico e não pegajoso; transição clara.

C1 26-59 cm; Bruno claro (7,5YR 6/4, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; solto (úmido) não plástico e não pegajoso; transição gradual.

C2 59 – 92 cm; Bruno claro (7,5YR 6/3, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; solto (úmido); não plástico e não pegajoso; transição gradual.

C3 92-164 cm; Cinzento rosado (7,5YR 7/2, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros, solto (úmido); não plástico e não pegajoso; transição gradual.

C4 164-196 cm +; Branco (7,5YR 8/1, úmido); presença de mosqueados (pouco) (5YR 5/8) Franco arenosa; maciça; poros comuns; solto (úmido); ligeiramente plástico e não pegajoso; transição clara.

Obs. Raízes muitas no horizonte Ap1 e Ap2. Raízes comuns nos horizontes C1, C2, C3 e C4

ANEXO B - ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO PERFIL 1

Perfil 1	Prof.	Areia	Silte	Argila	P	C	N
Hor.	cm	%	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
Ap1	0-14	93,2	2,6	4,0	8,19	19,25	0,59
Ap2	14-26	93,7	2,5	3,7	2,36	16,51	0,46
C1	26-59	96,2	1,93	1,8	2,47	11,96	0,13
C2	59-92	95,1	4,0	0,7	4,23	12,41	0,12
C3	92-164	92,2	2,7	5,0	0,99	12,58	0,07
C4	164-196 +	89,2	2,1	8,6	0,54	11,13	0,07

Perfil 1	pH	Ca	Mg	Na	K	SB	H+Al	CTC	PST
Hor.		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							%
Ap1	5,33	0,55	0,38	0,07	0,09	1,09	4,35	5,44	1,28
Ap2	5,59	0,58	0,12	0,07	0,07	0,84	3,44	4,28	1,63
C1	5,45	0,04	0,05	0,07	0,05	0,21	2,12	2,33	3,00
C2	5,77	-	0,07	0,07	0,05	0,19	2,23	2,42	2,89
C3	5,62	-	0,03	0,07	0,08	0,18	2,35	2,53	2,76
C4	5,34	-	-	0,08	0,08	0,16	2,58	2,74	2,91

ANEXO C - DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PERFIL 2

Localização: Itarema-Ce.

Data: 20/02/2020

Situação: Terço inferior da paisagem.

Classificação: Neossolo Quartzarênico.

Geologia: Sedimento.

Material de Origem: Sedimento do Grupo Barreira.

Uso atual: Plantio de coqueiros.

Clima: Tropical.

Relevo: Plano/ Suave Ondulado.

Drenagem: Forte.

Pedregosidade: Não pedregosa.

Rochosidade: Não rochosa.

Erosão: Não aparente.

Descrito e coletado por - Gilcivan Moreira, Daniel Pontes e Rafaela Batista

Ap1 0-5 cm; Bruno escuro (7,5YR 4/1, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.

Ap2 5-16 cm; Bruno (7,5YR 5/2, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; não plástico e não pegajoso; transição gradual.

C1 16-33 cm; Bruno-claro (7,5YR 6/3, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

C2 33 - 105 cm; Bruno-claro (7,5YR 6/3, úmido) Areia franca; grão simples; muitos poros; não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.

C3 105-139+ cm; Cinzento esverdeado claro (7,5YR 6/2, úmido) Franco arenosa; grão simples; poros comuns; não plástico e não pegajoso, transição gradual e plana.

Obs. Raízes muitas nos horizontes Ap1, Ap2, C1, C2. Raízes comuns no horizonte C3. - No horizonte C2 as raízes se concentram na parte superior - Presença de lençol freático a partir de 139 cm de profundidade

ANEXO D - ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO PERFIL 2

Perfil 2	Prof.	Areia	Silte	Argila	P	C	N
Hor.	cm	%	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
Ap1	0-5	94,3	2,2	3,4	27,14	17,87	0,39
Ap2	5-16	94,8	2,1	2,9	7,71	13,80	0,23
C1	16-33	95,3	1,4	3,2	1,42	12,32	0,13
C2	33-105	93,7	1,6	4,5	0,58	13,77	0,10
C3	105-139+	92,4	2,6	4,9	0,64	11,98	0,10

Perfil 2	pH	Ca	Mg	Na	K	SB	H+Al	CTC	PST
Hor.		-----cmol _c kg ⁻¹ -----							%
Ap1	5,43	0,71	0,39	0,07	0,12	1,29	3,6	4,89	1,43
Ap2	5,42	0,53	0,19	0,06	0,09	0,87	3,5	4,37	1,37
C1	6,43	0,61	0,02	0,06	0,05	0,74	1,9	2,64	2,27
C2	6,29	0,23	-	0,06	0,06	0,35	2,5	2,85	2,10
C3	5,82	0,19	-	0,07	0,07	0,35	2,1	2,45	2,85

ANEXO E - QUADRO RESUMO DA TABELA DA ANOVA

Fonte de Variação	N	P	K	C	Ca	Mg
	p-valor					
Blocos	0,19 ^{NS}	0,94 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,01 [*]	0,49 ^{NS}
Leguminosas (L)	0,44 ^{NS}	< 0001 ^{**}	0,0004 ^{**}	0,01 [*]	< 0001 ^{**}	< 0001 ^{**}
Densidades (D)	0,05 [*]	< 0001 ^{**}	< 0001 ^{**}	< 0001 ^{**}	0,02 [*]	0,04 [*]
L x D	0,02 [*]	< 0001 ^{**}	< 0001 ^{**}	< 0001 ^{**}	< 0001 ^{**}	0,14 ^{NS}
CV% ⁻¹	14,41	4,43	10,90	8,78	7,87	12,56

Fonte de Variação	Fe	Zn	Mn	Cu	Na	Al
	p-valor					
Blocos	0,16 ^{NS}	0,30 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,55 ^{NS}	0,20 ^{NS}
Leguminosas (L)	0,27 ^{NS}	0,0002 ^{**}	0,74 ^{NS}	< 0001 ^{**}	0,01 [*]	0,04 [*]
Densidades (D)	1,00 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,0012 ^{**}	< 0001 ^{**}	0,22 ^{NS}
L x D	0,0009 ^{**}	< 0001 ^{**}	0,0002 ^{**}	< 0001 ^{**}	0,002 [*]	0,22 ^{NS}
CV% ⁻¹	6,50	2,67	18,43	14,66	18,08	24,80

Fonte de Variação	H+Al	CE	pH	CTC	SB	V%
	p-valor					
Blocos	0,38 ^{NS}	0,04 [*]	0,67 ^{NS}	0,01 [*]	0,02 [*]	0,12 ^{NS}
Leguminosas (L)	<0001 ^{**}	0,01 [*]	0,15 ^{NS}	<0001 ^{**}	<0001 ^{**}	0,34 ^{NS}
Densidades (D)	0,06 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,08 ^{NS}
L x D	<0001 ^{**}	0,55 ^{NS}	0,03 [*]	0,0003 ^{**}	<0001 ^{**}	<0001 ^{**}
CV% ⁻¹	6,67	22,05	3,94	4,17	8,16	6,41

NS; * e **: não significativo; significativo a 5% pelo teste de Tukey e significativo a 1% pelo teste de Tukey.