



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANA CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA

NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CANA DE AÇÚCAR EM SOLO
MANEJADO COM COBERTURA MORTA DE CASCA DE COCO VERDE
HIDROLISADA

RIO LARGO

2024

ANA CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA

NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CANA DE AÇÚCAR EM SOLO
MANEJADO COM COBERTURA MORTA DE CASCA DE COCO VERDE
HIDROLISADA

Monografia apresentada ao corpo docente do
curso de Agronomia da Universidade Federal
de Alagoas, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.
Orientador: Pesquisadora Dr^a. Tâmara Cláudia
de Araújo Gomes

RIO LARGO

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586n Silva, Ana Caroline Oliveira da.

Nutrição e produtividade da cana de açúcar em solo manejado com cobertura morta de casca de coco verde hidrolisada. / Ana Caroline Oliveira da Silva. – 2024.

27 f.: il.

Orientador(a): Tâmara Cláudia de Araújo Gomes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2024.

Inclui bibliografia

1. Resíduo lignocelulósico. 2. Hidrólise alcalina. 3. Cal hidratada. 4. Alagoas - região Nordeste. I. Título.

CDU: 633.61

Folha de Aprovação

ANA CAROLINE OLIVEIRA DA SILVA

NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CANA DE AÇÚCAR EM SOLO MANEJADO COM COBERTURA MORTA DE CASCA DE COCO VERDE HIDROLISADA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias –
CECA, da Universidade Federal de Alagoas –
UFAL, como requisito para obtenção do título
de Engenheira Agrônoma, aprovada em 04 de
novembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 TAMARA CLAUDIA DE ARAUJO GOMES
Data: 14/11/2024 10:56:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes – EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS
(Orientadora)

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 REINALDO DE ALENCAR PAES
Data: 18/11/2024 14:16:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reinaldo Alencar Paes – UFAL /CECA

Documento assinado digitalmente
 DALMO DE FREITAS SANTOS
Data: 15/11/2024 21:12:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Dalmo de Freitas Santos – UFAL /CECA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e aos meus pais, Cícero Genauro da Silva e Maria Socorro Oliveira dos Santos Silva, por todo o incentivo, conselhos, amor e educação que me proporcionaram ao longo de toda a minha vida. Sem o suporte e a confiança de vocês, essa jornada não teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e a capacidade de chegar até aqui, iluminando cada passo desta jornada.

Agradeço à minha família, meu pai, Cícero Genauro da Silva; minha mãe, Maria Socorro Oliveira dos Santos Silva; e minha irmã, Vitória Augusta da Silva, pelo suporte e apoio incondicional desde o início desta trajetória.

Agradeço aos meus amigos Amanda Ferreira, Nathally Silva e Cleiton Andrade pela experiência compartilhada nas aulas e no dia a dia. Vocês sempre estiveram ao meu lado, compartilhando momentos, desafios e conquistas, formando assim uma amizade incondicional que levarei para toda a vida.

Agradeço aos meus colegas de turma Marcos, Ayrton, João e Jair por todo o conhecimento compartilhado ao longo desta jornada.

Agradeço à minha orientadora, Dr^a. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes, por todo o aprendizado durante o período em que estive sob sua orientação. Seus conselhos foram valiosos e contribuíram significativamente para a minha formação profissional e pessoal.

Agradeço a todos os professores do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, pelos ensinamentos ao longo do curso. Sua dedicação pela educação foram fundamentais para a minha formação.

Por fim, agradeço à Triunfo Agroindustrial Ltda e à Sococo S/A Indústrias Alimentícias pela parceria e todo o apoio que tornou esse trabalho possível.

RESUMO

O aumento crescente no consumo do coco verde e a industrialização de sua água vem resultando num considerável incremento na geração de resíduos, potencializando impactos negativos sobre o meio ambiente. Em Alagoas, a estratégia da utilização da casca de coco verde (CCV) como cobertura de solo e sua incorporação em áreas de renovação de cultivo de cana-de-açúcar, daria um destino útil a este resíduo. A hidrólise alcalina poderia acelerar a degradação da fibra da CCV utilizada como cobertura de solo e antecipar sua incorporação ao solo. Há que se avaliar, no entanto, os possíveis efeitos da cal utilizada na hidrólise da CCV, sobre a cana. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de cal hidratada na cobertura de solo de CCV sobre a nutrição e produtividade de colmos da cana-de-açúcar em Alagoas. O estudo foi conduzido em uma área de renovação de cultivo comercial de cana, pertencente à Triunfo Agroindustrial Ltda., em Boca da Mata, AL. A área foi dividida em parcelas de 175 m² cobertas CCV triturada (massa fresca com 81% de umidade) a taxa de 200 Mg ha⁻¹ e receberam aplicação de soluções aquosas com doses crescentes de cal hidratada equivalentes à proporção de 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca da CCV tratada e uma testemunha sem cobertura. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições. A CCV permaneceu como cobertura morta por cento e sessenta e dois dias, quando foi incorporada ao solo. O plantio da cana se deu seis meses após a incorporação da cobertura de CCV. Amostras de tecido foliar foram coletadas, secas e trituradas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B. Procedeu-se a colheita sem queima aos quatorze meses após o plantio. Os dados foram submetidos a análise de variância e o teste de Dunnett (Dunnett, 1984) foi utilizado para comparar as médias de cada um dos tratamentos com a testemunha (sem cobertura de CCV). Os resultados obtidos mostraram que as concentrações de cal hidratada aplicadas sobre a cobertura de CCV para acelerar sua degradação, não afetaram os teores de nutrientes das folhas, nem a produtividade de colmos da cana-de-açúcar, no entanto, a cobertura de solo com a CCV proporcionou a melhoria da nutrição potássica e representou, em média, 20,1% em ganhos de produtividade de colmos pela cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Resíduo lignocelulósico; hidrólise alcalina; cal hidratada; Alagoas; região Nordeste.

ABSTRACT

The increasing consumption of green coconut and the industrialization of its water have resulted in a considerable increase in the generation of waste, potentially increasing negative impacts on the environment. In the State of Alagoas, the strategy of using green coconut husks (CCV) as soil cover and incorporating them into areas of sugarcane cultivation renewal would provide a useful destination for this waste. Alkaline hydrolysis could accelerate the degradation of the CCV fiber used as soil cover and anticipate its incorporation into the soil. However, it is necessary to evaluate the possible effects of lime used in the hydrolysis of CCV on sugarcane. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of the application of hydrated lime in the soil cover of CCV on the nutrition and productivity of sugarcane stalks in Alagoas. The study was conducted in an area of commercial sugarcane cultivation renewal, belonging to Triunfo Agroindustrial Ltda., in Boca da Mata, AL. The area was divided into plots of 175 m² covered with crushed CCV (fresh mass with 81% moisture) at a rate of 200 Mg ha⁻¹ and received application of aqueous solutions with increasing doses of hydrated lime equivalent to the proportion of 0, 1, 2, 3 and 4% of the dry mass of the treated CCV and a control without coverage. The treatments were arranged in randomized blocks with four replications. The CCV remained as mulch for one hundred and sixty-two days, when it was incorporated into the soil. Sugarcane planting took place five months after incorporation of the CCV coverage. Leaf tissue samples were collected, dried and crushed to determine the levels of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn and B. Harvesting without burning was carried out fourteen months after planting. The data were subjected to analysis of variance and Dunnett's test (Dunnett, 1984) was used to compare the means of each treatment with the control (without CCV coverage). The results obtained showed that the concentrations of hydrated lime applied on the CCV coverage to accelerate its degradation did not affect the nutrient contents of the leaves or the productivity of sugarcane stalks. However, soil coverage with CCV provided an improvement in potassium nutrition and represented, on average, 20.1% in gains in stalk productivity for sugarcane.

Keywords: Lignocellulosic residue; alkaline hydrolysis; hydrated lime; Alagoas; Northeast region.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Morfologia Vegetal do fruto do coqueiro..... 14
- Figura 2.** Precipitação pluviométrica mensal na Fazenda Quebra Carro, Usina Triunfo (Boca da Mata, AL), no período de novembro de 2018 a dezembro/2019. Fonte: Estação Meteorológica da Usina Triunfo, Boca da Mata, AL..... 17
- Figura 3.** Croquis de campo pertinente ao estudo da nutrição e produtividade da cana-de-açúcar em solo manejado com cobertura morta de casca de coco verde hidrolisada. Tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, correspondem a doses crescentes de cal hidratada equivalentes a 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca da cobertura de solo de CCV tratada..... 19
- Figura 4.** Esquema de numeração de folhas pelo sistema de Kuijper. Fonte: Dillewijn (1952), adaptado por Rossetto (2019) 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características físico-químicas do solo da área experimental (Boca da Mata, AL, 2018).....	18
Tabela 2.	Caracterização físico-química da casca de coco verde aplicada como cobertura de solo em área de renovação de cultivo de cana de açúcar.....	18
Tabela 3.	Valores médios dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S em tecido foliar de cana-de-açúcar dos tratamentos com cobertura de solo de casca de coco verde (CCV) submetidas a diferentes concentrações de cal hidratada (0, 1, 2, 3, 4% da massa seca de CCV aplicada) em comparação com os da Testemunha (sem cobertura) (médias de 8 repetições). Boca da Mata, abril de 2019.....	22
Tabela 4.	Valores médios dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn em tecido foliar de cana-de-açúcar dos tratamentos com cobertura de solo de casca de coco verde (CCV) submetidas a diferentes concentrações de cal hidratada (0, 1, 2, 3, 4% da massa seca de CCV aplicada) em comparação com os da Testemunha (sem cobertura) (médias de 4 repetições). Boca da Mata, abril de 2019.....	23
Tabela 5.	Valores médios de produtividade de colmos para os tratamentos com cobertura de solo de casca de coco verde (CCV) submetidas a diferentes concentrações de cal hidratada (0, 1, 2, 3, 4% da massa seca de CCV aplicada) em comparação com os da Testemunha (sem cobertura) (médias de 8 repetições). Boca da Mata, janeiro de 2020.....	24

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. A casca de coco verde (CCV)	14
2.2 A Hidrólise alcalina de resíduos lignocelulosicos	14
2.3 A cobertura de solo.....	15
2.4 Exigências edafoclimáticas da cana	16
3. METODOLOGIA.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Nutrientes no tecido foliar	21
4.2 Produtividade da cana-de-açúcar.....	23
5. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O coco é uma das principais culturas do Brasil, estimando-se que, em 2023, cerca de 1,93 bilhão de frutos de coco tenham sido produzidos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2024). Quando verde, sua casca representa 80 a 85% do peso do fruto, resultando em volumes expressivos de resíduos. Frequentemente descartados como lixo, esses resíduos são enviados para lixões e aterros sanitários reduzindo a vida útil desses depósitos, com possíveis contaminações do solo e corpos d'água resultando em um sério passivo ambiental (ROSA et al., 2009).

Por sua natureza orgânica e ausência de contaminantes, as cascas de coco verde (CCV) constituem uma fonte de matéria orgânica com amplo potencial de uso agrícola. Sua utilização como cobertura morta, além de dar um destino adequado a esse resíduo, favoreceria o controle de plantas espontâneas, evitaria a incidência direta da radiação solar sobre o solo, reduzindo as perdas de umidade por evaporação, e principalmente, promoveria a reciclagem de nutrientes e permitiria a melhoria de atributos do solo (SOARES et al., 2002; MIRANDA et al., 2007; PAIVA, 2020). Trata-se, porém, de um material de difícil decomposição, levando mais de oito anos para se decompor (CARRIJO et al., 2002).

No Estado de Alagoas, a CCV já é utilizada como fonte de matéria orgânica para cobertura do solo em áreas de renovação de cultivos de cana-de-açúcar, sendo incorporada previamente ao plantio. Trata-se de iniciativa da usina Triunfo Agroindustrial Ltda., localizada em Boca da Mata/AL, a qual utiliza a CCV resultante da extração da água pela Sococo S/A Indústrias Alimentícias. Após ser triturada e aplicada sobre a superfície do solo, devido à alta resistência de suas fibras, a incorporação da CCV ao solo a curto prazo é inviável, só ocorrendo após um período de um ano e meio a dois anos, para permitir o plantio da cana. Sua exposição à ação das intempéries durante esse período resulta em um grau de degradação suficiente para permitir a sua incorporação mecânica durante o preparo da área de plantio.

A hidrólise alcalina proporcionada por materiais como a cal hidratada, pode auxiliar na aceleração da degradação da fibra da casca de coco utilizada como cobertura de solo e antecipar sua incorporação. A hidrólise alcalina resulta na solubilização parcial da hemicelulose, expande a celulose e causa a ruptura das pontes de hidrogênio, facilitando o ataque dos microrganismos à parede celular (JACKSON, 1977).

Para que se ateste a adequação dessa prática, há que se avaliar, no entanto, os possíveis efeitos da cal utilizada na hidrólise da CCV, sobre os níveis de nutrientes foliares e produtividade da cana. Doses de lodo de esgoto doméstico sanitizado com cal hidratada

(caleado), acima de $101,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, proporcionaram diminuição na concentração de P em plantas de milho, o que está, possivelmente, associado à sua menor disponibilidade no solo, em razão da ligação com o cálcio (FIA, MATOS e AGUIRRE, 2006). Assim, o presente Trabalho de Conclusão de Curso teve por objetivo, avaliar os efeitos da aplicação de cal hidratada na cobertura de solo de casca de coco verde sobre a nutrição e produtividade de colmos da cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A casca de coco verde (CCV)

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma monocotiledônea da família Arecaceae, sendo a única espécie do gênero *Cocos* (PASSOS, 2018). O fruto do coqueiro, botanicamente é uma drupa, e sua casca, é constituída principalmente pelo mesocarpo do fruto (Figura 1), região fibrosa, onde se acumulam grandes quantidades de potássio e cloreto, além do epicarpo e endocarpo, uma camada dura que envolve a semente (SOBRAL et al., 2009).

Figura 1 - Morfologia Vegetal do fruto do coqueiro.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/frutas/coco.htm>

De uma forma geral, os resíduos lignocelulósicos contém de 40-50% de celulose, 25-35% de hemicelulose e, de 15-20% de lignina, além de quantidades menores de minerais, óleos, açúcares solúveis, e outros componentes (WYMAN et al., 2005). A biomassa lignocelulósica da CCV apresenta ao alto percentual de lignina em sua composição, entre 37 e 44%, e teores de celulose, entre 34 a 37%, os quais variam em função da cultivar de coco verde (CORRADINI et al., 2009) e lhe conferem maior rigidez e resistência que as demais fibras vegetais.

As estratégias de aproveitamento da biomassa lignocelulósica da casca de coco incluem desde processos industriais de extração da fibra para produção de materiais adsorventes, até na construção civil, geração de energia, na proteção do solo e recuperação de áreas degradadas (NUNES, 2018).

2.2 A Hidrólise alcalina de resíduos lignocelulosicos

Métodos de tratamento, como o processo de hidrólise, são utilizados com o objetivo de promover o rompimento da estrutura da fração fibrosa de materiais lignocelulósicos, para facilitar o ataque de microrganismos e acelerar sua degradação. Tradicionalmente utilizado

para facilitar a digestão de volumosos para alimentação de ruminantes, produtos alcalinos agem sobre a parede celular da fração fibrosa dos volumosos. As principais substâncias empregadas são amônia, uréia, hidróxido de sódio e hidróxido de cálcio (cal), sendo este, na sua forma diluída, o mais utilizado e o mais vantajoso, uma vez que é fácil de manipular e tem baixo custo (MORO, 2015).

A hidrólise alcalina promove a ruptura das pontes de hidrogênio, leva à expansão das moléculas de celulose que se tornam mais susceptíveis à ação das enzimas celulolíticas. Provocam ainda, a solubilização da hemicelulose em função do rompimento das ligações do tipo éster da hemicelulose com a lignina (MOTA et al., 2010; OLIVEIRA, 2022).

2.3 A cobertura de solo

A cobertura morta é a prática de manejo onde se faz a aplicação de material orgânico sobre a superfície do solo, sem que ele seja incorporado, com a finalidade de se influenciar positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, diminuindo a erosão e criando condições ótimas para o crescimento radicular (SOUZA e RESENDE, 2003). Dentre os materiais orgânicos utilizados como cobertura morta, pode-se citar palha de café, palha de arroz, bem como serragem e capim, sendo a utilização desses materiais uma prática de baixo custo e de fácil execução (DEUBERT, 1997).

Nos cultivos de cana, as experiências do uso de cobertura morta decorrem do sistema de colheita mecanizada sem queima, onde as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo. O aumento da rugosidade hidráulica do solo, diminuição das perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão (BEZERRA e CANTALICE, 2006; MARTINS FILHO et al., 2009; SOUSA, MARTINS FILHO e MATIAS, 2012), redução nas perdas de água e sua conservação nas camadas superficiais do solo (PERES, SOUZA e LAVORENTI, 2010), redução da velocidade de emergência e estabelecimento de plântulas de espécies espontâneas (CORREIA e DURIGAN, 2004; LABONIA et al., 2009), e benefícios para a fauna do solo (ABREU et al., 2014) são os principais efeitos da manutenção da palhada da cana como cobertura morta relatados na literatura científica nacional.

Em regime de sequeiro, utilização da casca de coco como cobertura morta apresenta vantagens potenciais, tais como reciclagem de nutrientes, redução das perdas de água por evaporação da superfície do solo e manutenção de níveis de umidade e temperatura nas camadas

superficiais do solo, adequados ao desenvolvimento de raízes e de microrganismos benéficos para as culturas (MIRANDA et al., 2004).

2.4 Exigências edafoclimáticas da cana

Plantada em todas as regiões do Brasil, a cultura da cana-de-açúcar ocupa uma área cultivada de 8,33 milhões de hectares, apresentando um recorde de produção de colmos industrializáveis na série histórica da Conab, com um total de 713, 2 milhões de toneladas. No Estado de Alagoas, a produtividade da cana foi de 65,9 Mg ha⁻¹, considerada baixa quando comparada com a média de outras regiões produtoras como São Paulo, com 93,7 Mg ha⁻¹, e Minas Gerais, com 87,6 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

As interações edafoclimáticas, manejo da cultura e variedade utilizada são fatores de interferência na produção da cana-de-açúcar, com a variação climática anual na região Nordeste do Brasil sendo apontada como uma das principais causas de redução da produtividade agrícola. A irregularidade das precipitações nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, com déficits hídricos nos meses de setembro a março e excesso hídrico nos meses de abril a agosto, promovem respostas diferenciais no desenvolvimento e na produtividade das variedades de cana-de-açúcar nos diferentes ciclos de cultivo (ABREU et al., 2013).

Por outro lado, Oliveira e Braga (2011) ressaltam que apesar da região Nordeste do Brasil possuir solos com baixa fertilidade e irregularidade na distribuição das chuvas, os quais limitam a produção agrícola, também apresenta uma elevada incidência de radiação, fator esse que garante um alto potencial produtivo de cana-de-açúcar para a região, desde que haja um manejo adequado da irrigação e da adubação.

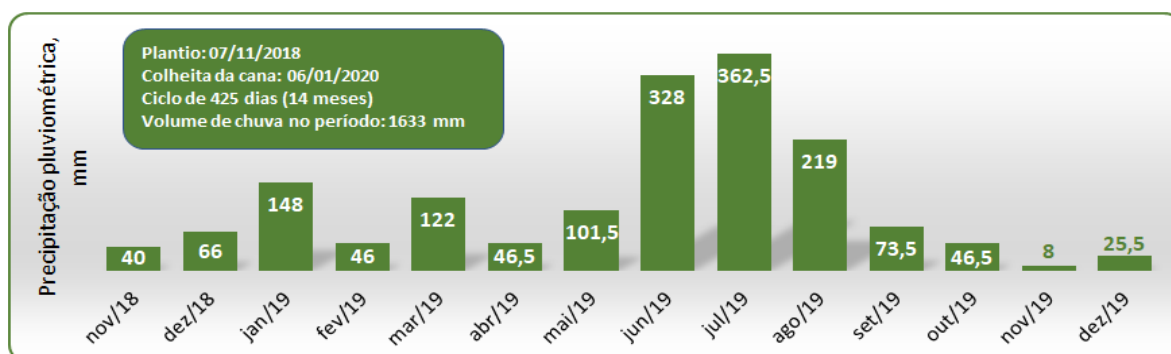
O sistema radicular da cana explora grandes volumes de solo, com alta capacidade de extração (ROSSETTO e DIAS, 2005) e, não havendo impedimentos físicos ou químicos, atinge camadas profundas do solo. Dentre os macronutrientes, o potássio é o mais extraído pela cana-de-açúcar (ROSSETTO et al., 2008) estimulando a vegetação e o perfilhamento, aumentando o teor de carboidratos e promovendo o armazenamento de açúcar e amido, além de aumentar a resistência à seca, geada e moléstias (ROSSETTO e SANTIAGO, 2022). Juntamente com o potássio, o nitrogênio é também um nutriente muito absorvido pela cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2007), favorecendo a brotação, o enraizamento e o desenvolvimento de perfilhos, fortemente influenciando a produção da cana estimula. O fósforo assume grande importância no enraizamento e no perfilhamento (SANTOS et al. 2011), mas é absorvido em menores quantidades quando comparados ao potássio e nitrogênio.

Na cana-de-açúcar, os micronutrientes mais importantes são: boro, cobre e zinco, sendo que a ausência ou a deficiência desses elementos no ambiente pode causar grandes prejuízos para a produção de cana (SANTIAGO; ROSSETTO, 2022).

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em área de renovação de cultivo comercial de cana, em Argissolo na Fazenda Carro Quebrado (09°37'15"S, 036°06'56"W, com altitude média de 150 m), pertencente à Triunfo Agroindustrial Ltda, em Boca da mata, AL. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como clima tropical com estação seca, com temperatura média anual de 24°C. A precipitação média anual é de 1.294 mm. No período de cultivo da cana (07 de novembro/2018 a 06 de janeiro/2020) foram registrados 1633 mm de chuva, com julho tendo sido o mês mais chuvoso (Figura 2).

Figura 2 - Precipitação pluviométrica mensal na Fazenda Quebra Carro, Usina Triunfo (Boca da Mata, AL), no período de novembro de 2018 a dezembro/2019.



Fonte: Estação Meteorológica da Usina Triunfo, Boca da Mata, AL.

Por se tratar de um solo com histórico de cultivo de cana, a maioria de seus atributos refletem o manejo de fertilizantes e corretivos utilizados. Trata-se de uma área com pH levemente ácido, CTC efetiva e teores de P e Mg altos, teores médios de K, Ca, MO, CTC pH7,0 e V e baixa condutividade elétrica, teor de Al e saturação por Al (SOBRAL et al., 2015). No entanto, chama atenção o desequilíbrio entre os teores de Ca e Mg na área em estudo os quais se encontram uma relação 1:1 (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-químicas do solo da área experimental (Boca da Mata, AL, 2018).

Prof. (cm)	Areia	Silte	Argila	Classificação textural		pH	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	P	K	Na	Ca	Mg
	(%)										(mg dm ⁻³)	
0-20	726,0	52,0	222,0	Franco- argiloarenosa		5,96	69,6	40,0	59,5	23,8	2,03	2,03
20-40	686,5	53,5	260,0	Franco- argiloarenosa		6,06	61,2	20,3	36,0	18,8	2,10	2,13
Prof. (cm)	Al	H + Al	SB	CTC Efetiva	CTC pH 7,0	V	m	Sat. K	Sat. Na	Sat. Ca	Sat Mg	Mat.Org. Total
	(cmol _c dm ⁻³)											
0-20	0,12	3,60	4,31	4,43	7,91	54,50	2,58	1,98	1,32	15,62	25,61	26,5
20-40	0,06	2,95	4,40	4,47	7,35	59,88	1,05	1,25	1,12	18,58	28,87	19,1

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela, com tamanho aproximado de 175 m², foi coberta com 3,5 Mg de CCV triturada (Tabela 2), resultante da extração da água pela Sococo S/A Indústrias Alimentícias, correspondente à taxa de 200 Mg ha⁻¹ (Figura 3).

Tabela 2. Caracterização físico-química da casca de coco verde aplicada como cobertura de solo em área de renovação de cultivo de cana-de-açúcar.

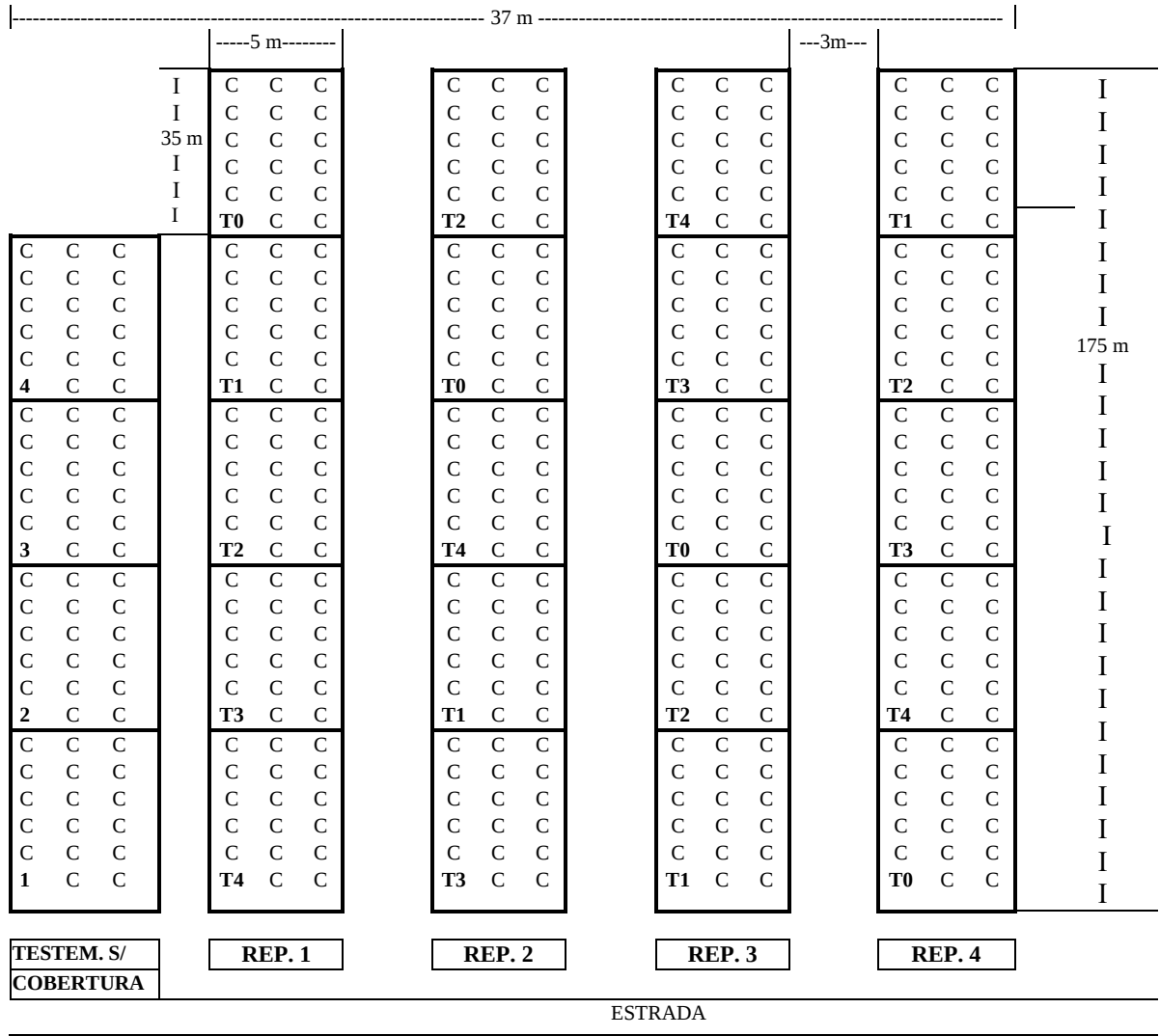
Identificação	N	P	K	Ca	Mg	S	Umidade
	g kg ⁻¹						%
Casca de coco verde	7.43	1.66	16.98	1.81	1.69	1.90	80.68
	C	C/N	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹				
	476.3	64.11	122.65	7.92	309.39	16.69	19.71

Fonte: elaborado pela autora (2024)

As parcelas receberam uma aplicação de 700L de soluções aquosas com doses crescentes de cal hidratada (340, 680, 1020, 1360 kg ha⁻¹), equivalentes à proporção de 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca de CCV tratada (respectivamente, tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4). As aplicações foram realizadas em área total, com uma barra pulverizadora acoplada em trator, com 10 bicos AI11003 por barra (bicos de indução a ar, na vazão de 2,5 L/min/bico). Por ocasião do plantio da cana, acrescentou-se um tratamento Testemunha sem cobertura, onde

segiu-se o mesmo procedimento de cultivo utilizado nas parcelas com cobertura de CCV (Figura 3).

Figura 3. Croquis de campo pertinente ao estudo da nutrição e produtividade da cana-de-açúcar em solo manejado com cobertura morta de casca de coco verde hidrolisada. Tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, correspondem a doses crescentes de cal hidratada equivalentes a 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca da cobertura de solo de CCV tratada.



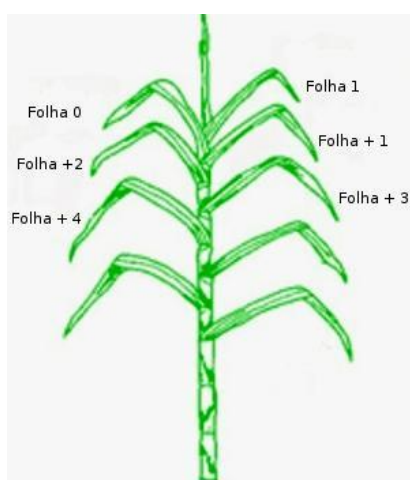
Fonte: elaborado pela autora (2024)

A fase em que a CCV sofreu o tratamento com a cal e permaneceu sobre o solo como cobertura morta foi de março a setembro de 2018 (162 dias), quando foi incorporada ao solo por meio de duas passagens de grade pesada. Sessenta dias após a incorporação da cobertura de CCV, o solo foi preparado por meio de duas gradagens pesadas e uma niveladora, com o sulcamento entre 35 e 40 cm de profundidade (sulcos espaçados em 1m). A adubação foi realizada com a aplicação de 570 kg ha⁻¹ da fórmula 9-14-22 e micronutrientes (Cu, Zn e Mn). O plantio da variedade VAT90212, na proporção de 8 Mg ha⁻¹ de cana semente (dez meses de

idade) com 12 gemas/m linear.

Para a coleta de tecido foliar foram coletados os 30 cm do terço médio (retirando-se a nervura) de 30 folhas +1 por parcela, conforme classificação de Kuijper, descrita por Rossetto (2019) e ilustrada na Figura 3. As amostras foram secas a 50°C em estufa de circulação forçada de ar, trituradas para determinação dos teores de nutrientes. Os nutrientes analisados foram N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B. A determinação do N foi realizada através da solubilização sulfúrica seguida do método semi-micro Kjeldahl. Exceto pelo B, que foi solubilizado por via seca e dosado por colorimetria (Azometina-H), os demais nutrientes foram mineralizados por digestão nitroperclórica e os extratos dosados pelos seguintes métodos: P e S foram quantificados por espectrofotometria de absorção molecular, respectivamente, pelo método do molibdato e turbidimetria; os elementos K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. Todas as análises foram realizadas conforme Silva (2009).

Figura 4. Esquema de numeração de folhas pelo sistema de Kuijper.



Fonte: Dillewijn (1952), adaptado por Rossetto (2019).

A produção de colmos foi medida por ocasião da colheita sem queima realizada em 06 de janeiro de 2020, quatorze meses após o plantio. Os colmos produzidos nas parcelas foram pesados e contados para a estimativa da produtividade.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk), seguido da análise de variância (ANOVA) para determinar se as diferenças observadas são significativas ou não. Uma vez que a dispersão dos dados pertinentes aos teores de nutrientes foliares, tanto quanto dos dados de produtividade, não permitiram o ajuste de linhas de tendência por meio de análise de regressão, o teste de Dunnett (DUNNETT, 1984) foi utilizado para comparar as médias de cada um dos tratamentos com a testemunha (sem cobertura de CCV). As análises foram realizadas usando-se o Programa Genes (CRUZ, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Nutrientes no tecido foliar

Nenhum efeito das concentrações de cal hidratada, aplicadas sobre a CCV enquanto cobertura de solo, foram observadas sobre as concentrações foliares de nutrientes da cana-de-açúcar. Por outro lado, a comparação, por meio do teste de Dunnett, dos tratamentos com cobertura de CCV com a testemunha sem cobertura de solo, mostrou que, dentre os macronutrientes essenciais, o uso desse resíduo aumentou significativamente os teores potássio (Tabela 3).

Dentre os macronutrientes, o potássio é o mais extraído pela cana-de-açúcar (Rosseto et al., 2008). O teor de potássio nas folhas da cana considerado adequado para os solos do vizinho estado de Pernambuco, conforme (Silva, Leite e Silva, 2008) citando Trani et al. (1983), é 12 g kg^{-1} (Tabela 3). Uma vez que, a média dos teores foliares de potássio observada na testemunha sem cobertura foi de $9,54 \text{ g/kg}$, tal valor poderia ser considerado um indício de deficiência. Por outro lado, para a cana-de-açúcar, CANTARUTTI et al (2007) consideram adequada, uma faixa mais ampla: de 9 a 15 g kg^{-1} de potássio (Tabela 3). Esta é a faixa de referência considerada pelo, também vizinho estado de Sergipe (SOBRAL et al., 2007) e, segundo a qual, a média dos teores de potássio da testemunha estariam apenas próximo ao limite inferior da faixa, não sendo ainda considerado insuficiente. Com relação aos teores médios desse elemento encontrados nos tratamentos onde se usou cobertura de CCV previamente ao cultivo da cana, a despeito do referencial considerado, todos apresentaram níveis de suficiência ($12,43$ a $13,58 \text{ g kg}^{-1}$). Em estudo desenvolvido por Soares et al. (2002), a cobertura morta com CCV aplicada duas vezes por ano numa proporção de 70 kg por planta, aumentou significativamente os teores de K, Ca e Zn tecido foliar do coqueiro anão-verde em relação à testemunha sem cobertura morta. Por sua vez, Miranda, Souza e Crisóstomo (2007) não observaram influência sobre os teores de nutrientes no tecido foliar e a produção do coqueiro no período avaliado (12 a 24 meses após a aplicação), mas aumentou os teores de K, Ca e Mg no solo em relação à testemunha.

Ainda quanto ao potássio, há que se considerar que o fornecimento de 125 kg ha^{-1} de K_2O via fertilização mineral, foi suficiente apenas para viabilizar os teores de potássio observados na testemunha (sem cobertura). Em contraposição, considerando-se, agora, os teores de K observados nas folhas de cana dos demais tratamentos (com cobertura de solo), e sabendo-se que a massa seca da CCV pode conter, em média, $16,98 \text{ g kg}^{-1}$ de K (Tabela 2), é correto se inferir que cerca de 700 kg ha^{-1} de K_2O pode ter sido disponibilizados por meio dos 38 Mg ha^{-1} de massa seca da cobertura de solo. Uma vez que a mobilidade vertical do potássio

no perfil do solo é função da quantidade de água que percola no perfil e concentração do nutriente na solução do solo (Ernani, Almeida & Santos, 2007), grande parte do K fornecido pela cobertura de CCV pode ter sido perdido por lixiviação. Assim, os dados obtidos sugerem a necessidade de ajuste da quantidade de CCV utilizada como cobertura de solo, ao mesmo tempo em que ressaltam seu potencial como fornecedora de potássio e com a redução do uso de fertilizantes minerais.

Os teores de N, Ca, Mg e S observados em todos os tratamentos apresentaram-se abaixo dos referenciais considerados na Tabela 3. Os teores de P foram considerados adequados.

Tabela 3 – Valores médios dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S em tecido foliar de cana-de-açúcar dos tratamentos com cobertura de solo de casca de coco verde (CCV) submetidas a diferentes concentrações de cal hidratada (0, 1, 2, 3, 4% da massa seca de CCV aplicada) em comparação com os da Testemunha (sem cobertura) (médias de 8 repetições). Boca da Mata, abril de 2019.

Fontes de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹ de matéria seca						
(cobertura CCV)	3.72 ^{NS}	2.01 ^{NS}	3.13 ^{**}	2.52 ^{NS}	1.28 ^{NS}	1.05 ^{NS}
(cobertura CCV+1% cal)	3.53 ^{NS}	2.06 ^{NS}	2.68 ^{**}	2.39 ^{NS}	1.19 ^{NS}	1.10 ^{NS}
(cobertura CCV +2% cal)	3.56 ^{NS}	1.98 ^{NS}	2.82 ^{**}	2.25 ^{NS}	1.22 ^{NS}	1.13 ^{NS}
(cobertura CCV +3% cal)	3.51 ^{NS}	2.00 ^{NS}	3.58 ^{**}	2.72 ^{NS}	1.39 ^{NS}	1.04 ^{NS}
(cobertura CCV +4% cal)	3.35 ^{NS}	1.90 ^{NS}	2.43 ^{**}	2.79 ^{NS}	1.16 ^{NS}	1.09 ^{NS}
Testemunha (s/ cobertura)	12.77	1.91	9.54	1.99	1.15	0.99
CV (%)	6.49	9.40	10.04	29.23	18.10	23.79
Teores de referência ^{1/}	16,0	1,2	12,0	4,0	2,0	2,0
Faixas de referência ^{2/}	20,0-23,0	2,0-2,5	9,0-15,0	9,5-11,5	2,0-4,5	1,5-3,0

(**) Significativamente superior à Testemunha (s/ cobertura) pelo teste de Dunnett, em nível de 1% de probabilidade; (NS) Não significativo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; Tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, correspondem a doses crescentes de cal hidratada equivalentes a 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca da cobertura de solo de CCV tratada; CV: coeficiente de variação; ^{1/} TRANI et al. (1983), SILVA LEITE & SILVA (2008); ^{2/} CANTARUTTI et al (2007), SOBRAL et al. (2007).

As diferenças observadas entre os teores dos micronutrientes no tecido foliar da cana da testemunha (sem cobertura de solo) e os tratamentos com cobertura de CCV não foram consideradas estatisticamente significativas (Tabela 4). Quando comparadas com os valores de referência, todos se mostraram abaixo do nível adequado, exceto pelos teores de Zn, quando confrontados aos teores considerados adequados por Trani et al. (1983) e Silva, Leite e Silva (2008).

Tabela 4 – Valores médios dos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn em tecido foliar de cana-de-açúcar dos tratamentos com cobertura de solo de casca de coco verde (CCV) submetidas a diferentes concentrações de cal hidratada (0, 1, 2, 3, 4% da massa seca de CCV aplicada) em comparação com os da Testemunha (sem cobertura) (médias de 4 repetições). Boca da Mata, abril de 2019.

Fontes de variação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹ de matéria seca				
T0 (cobertura CCV)	6.70 ^{NS}	3.49 ^{NS}	32.19 ^{NS}	12.79 ^{NS}	14.11 ^{NS}
T1 (cobertura CCV+1% cal)	6.64 ^{NS}	3.39 ^{NS}	37.44 ^{NS}	12.49 ^{NS}	13.51 ^{NS}
T2 (cobertura CCV +2% cal)	5.73 ^{NS}	2.84 ^{NS}	32.24 ^{NS}	10.32 ^{NS}	14.15 ^{NS}
T3 (cobertura CCV +3% cal)	5.93 ^{NS}	3.52 ^{NS}	39.97 ^{NS}	9.71 ^{NS}	13.49 ^{NS}
T4 (cobertura CCV +4% cal)	6.92 ^{NS}	2.93 ^{NS}	33.32 ^{NS}	9.85 ^{NS}	12.71 ^{NS}
Testemunha (s/ cobertura)	9.87	3.32	57.73	11.16	11.79
CV (%)	30.00	14.51	50.12	21.33	17.36
Teores de referência ¹	10	6	100	50	10
Faixas de referência ²	15-50	8-10	100-500	50-250	25-50

(**) Significativamente superior à Testemunha (s/ cobertura) pelo teste de Dunnett, em nível de 1% de probabilidade; (NS) Não significativo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; Tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, correspondem a doses crescentes de cal hidratada equivalentes a 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca da cobertura de solo de CCV tratada; CV: coeficiente de variação; ^{1/} TRANI et al. (1983), SILVA LEITE & SILVA (2008); ^{2/} CANTARUTTI et al (2007), SOBRAL et al. (2007).

4.2 Produtividade da cana-de-açúcar

A produtividade média da cana na área experimental foi de 70,6 Mg ha⁻¹, tendo ficado acima da média estadual de 59,7 Mg ha⁻¹ da safra correspondente ao período de estudo (safra 2019/2020, CONAB, 2020). Nessa safra, a produtividade média alcançada pelos estados de São Paulo, maior produtor nacional de cana-de-açúcar, foi de 79,6 Mg ha⁻¹. No entanto, a produtividade obtida por tratamento, variou de 60,4 Mg ha⁻¹ na testemunha sem cobertura, a 75,0 Mg ha⁻¹, no tratamento T3 – cobertura de CCV hidrolisada com 3% de cal hidratada (Tabela 5).

Não houve resposta da produtividade de biomassa de colmos da cana planta, em função das concentrações de cal hidratada, aplicadas sobre a cobertura de solo de CCV, as quais não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, tal qual observado quanto aos teores foliares do potássio, todos os tratamentos com cobertura de CCV (exceto pelo tratamento T1, cobertura CCV+1% cal) apresentaram produtividades estatisticamente superiores à da testemunha (Tabela 5). Com aplicação de vinhaça em cultivo de cana, em solos arenosos no Mato Grosso, Sul Silva, Bono e Pereira (2014) observaram aumentos nos teores de potássio no solo e o aumento da produtividade de colmos em torno de 10,5 t ha⁻¹.

A produtividade observada nos tratamentos que receberam cobertura de CCV (69,99 a 75,04 Mg ha⁻¹) representou, em média, 20,1% em ganhos de produtividade de colmo pela cana de açúcar em relação a testemunha sem cobertura de solo de CCV.

Tabela 5 – Valores médios de produtividade de colmos para os tratamentos com cobertura de solo de casca de coco verde (CCV) submetidas a diferentes concentrações de cal hidratada (0, 1, 2, 3, 4% da massa seca de CCV aplicada) em comparação com os da Testemunha (sem cobertura) (médias de 8 repetições). Boca da Mata, janeiro de 2020.

Fontes de variação	Produtividade de colmos (Mg/ha)	Ganhos de produtividade (%)
T0 (cobertura CCV)	73,45**	21,5
T1 (cobertura CCV+1% cal)	69,99 ^{NS}	15,8
T2 (cobertura CCV +2% cal)	72,62**	20,1
T3 (cobertura CCV +3% cal)	75,04**	24,2
T4 (cobertura CCV +4% cal)	71,85*	18,9
Testemunha (s/ cobertura)	60,44	-
CV (%)	10,87	

(**) Significativamente superior à Testemunha (s/ cobertura) pelo teste de Dunnett, em nível de 1% de probabilidade; (*) Significativamente superior à Testemunha (s/ cobertura) pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; (NS) Não significativo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade; Tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, correspondem a doses crescentes de cal hidratada equivalentes a 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca da cobertura de solo de CCV tratada. CV: coeficiente de variação.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o presente estudo foi desenvolvido, os resultados obtidos permitem concluir que:

1. As concentrações de cal hidratada aplicadas sobre a cobertura de casca de coco verde triturada não afetaram os teores de nutrientes das folhas, nem a produtividade de colmos da cana-de-açúcar;
2. O uso das cascas de coco verde trituradas, como cobertura de solo previamente ao cultivo da cana-de-açúcar, proporcionaram a melhoria da nutrição potássica e produtividade de colmos;
3. O uso da cobertura de casca de coco verde proporcionou, em média, 20,1% em ganhos de produtividade de colmo pela cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. D.; SILVA, M. D. A.; TEODORO, I.; HOLANDA, L. A. D.; SAMPAIO NETO, G. D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, 72, 262-270, 2013.
- ABREU, R. R. L. D., LIMA, S. S. D., OLIVEIRA, N. C. R. D., & LEITE, L. F. C. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, p.409-416, 2014.
- BEZERRA, S. A., & CANTALICE, J. R. B. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.565-573, 2006.
- CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. de; MARTINES, H.E.P.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p.770-850.
- CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dezembro 2002.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar** – Safra 2023/24, Quarto levantamento. Brasília, DF:CONAB, v.11, n.4, p.1-52, 2024.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar** – Safra 2019/20, Quarto levantamento. Brasília, DF:CONAB, v.6, n.4, p.1-58, 2020.
- CORRADINI, E.; ROSA, M.D.F.; DE MACEDO, B.P.; PALADIN, P.D.; MATTOSO, L.H.C. Composição Química, Propriedades Mecânicas e Térmicas da Fibra de Frutos de Cultivares de Coco Verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.837–846,2009.
- CORREIA, N. M., & DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p.11-17, 2004.
- CRUZ, C.D. GENES: software para análise de dados em estatística experimental e em genética quantitativa. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.
- DEUBERT, R. **Ciências das plantas infestantes: manejo**. Campinas: [s.n.], 1997. 285 p.
- DUNNETT, C. W. (1955). A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. **Journal of the American Statistical Association**, v.50, n. 272, p. 1096-1121.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A. & SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. 1ª ed. Viçosa/MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.
- FIA, R., MATOS, A. D., & AGUIRRE, C. I. Produtividade e concentração de nutrientes e metais pesados em milho adubado com doses crescentes de lodo de esgoto caledo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.14 n.1, 39-50, 2006.

IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal, 2023**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em 01/10/2024.

JACKSON, M.G. Review article: **the alkali treatment of straws**. *Animal Feed Science and Technology*, v.2, n.2, p.105-130, 1977. Acesso: 05 de fev. de 2022.

LABONIA, V. D. D. S., CARVALHO, S. J. P., MONDO, V. H. V., CHIOVATO, M. G., & VICTORIA FILHO, R. Emergência de plantas da família Convolvulaceae influenciada pela profundidade da semente no solo e cobertura com palha de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, v.27, p.921-929, 2009.

MARTINS FILHO, M. V., LICCIOTI, T. T., PEREIRA, G. T., MARQUES JÚNIOR, J., & SANCHEZ, R. B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. *ENGENHARIA AGRÍCOLA*, v.29, n.1, p.8-18, 2009.

MIRANDA, F. R. de; SOUSA, C. C. M. de; CRISOSTOMO, L. D. A. Utilização da casca de coco como cobertura morta no cultivo do coqueiro anão-verde. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.1, p.41-45, 2007.

MIRANDA, F.R. de; OLIVEIRA, F.N.S.; ROSA, M. de F.; LIMA, R.N. Efeito da cobertura morta com a fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. *Revista Ciência Agronômica*, v.35, n.2, p.335 – 339, 2004.

MORO, M. K. **Pré-tratamento da biomassa de cana-de-açúcar por extrusão com dupla-roscas**. 2015. Dissertação (mestrado em engenharia química) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S.; DOMINGUES, F.N.; MANZI, G.M.; FERREIRA, D.S.; SANTOS, J. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1186-1190, 2010.

NUNES, M.U.C. Coprodutos do coqueiro: matéria-prima x sustentabilidade ambiental. In: FERREIRA, WARWICK E SIQUEIRA. (Eds). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. P.81-90.

OLIVEIRA M.W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. *Informe Agropecuário*, n.28, p.30-43. 2007.

OLIVEIRA, A. R. de; BRAGA, M. B. **Florescimento e acamamento de cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação**. Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido, 2011. 23p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 87.

OLIVEIRA, G. R. S.; PIRES, A. J. V.; MENDES, R. B.; BATISTA, T. da S. Óxido de CaO e hidróxido de (Ca (OH) 2) no tratamento de volumosos. *Brazilian Journal of Science*, 2(8), 47-57, 2022.

PAIVA, A. B. de. **Potencial de utilização da casca de coco verde triturada**. Fortaleza:Universidade Estadual do Ceará, 87p., 2020. Dissertação de Mestrado.

PASSOS, E.E.M. Morfologia. In: FERREIRA, WARWICK E SIQUEIRA. (Eds). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. P.81-90.

PERES, J. G., SOUZA, C. F., & LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p.875-886, 2010.

ROSA, M. D. F., MATTOS, A. L., CRISOSTOMO, L. A., De Figueiredo, M. C. B., BEZERRA, F. C., Veras, L., & CORREIA, D. Aproveitamento da casca de coco verde. In: Carvalho, J. M. M. de (Org.). **Apoio do BNB à pesquisa e desenvolvimento da fruticultura regional**. Fortaleza: BNB, 2009. p.165-190

ROSSETTO, R. **Diagnose foliar**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao/diagnose-das-necessidades-nutricionais/diagnose-foliar>. Consultado em 01/09/2019.

ROSSETTO, R.; DIAS, F.L.F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar - indagações e reflexões. **Encarte do Informações Agrônomicas**, n.110, p.6-11, 2005.

ROSSETTO, R.; DIAS, F.L.F.; VITTI, A.C.; TAVARES, S. Potássio. In; DINARDO-MIRANDA, L.L., VASCONCELOS, A.C.M., LANDELL, M.G.A., Eds.; **Cana-de-Açúcar** Instituto Agrônomo de Campinas: Campinas, Brazil, p. 289–312, 2008.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A.D. **Correção e adubação**. Conteúdo atualizado em: 22/02/2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao>. Consultado em 01/10/2024.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação mineral**. Conteúdo atualizado em: 22/02/2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao/diagnose-das-necessidades-nutricionais/recomendacao-de-correcao-e-adubacao/adubacao-mineral>. Consultado em 01/10/2024.

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H. D.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química nova**, v.35, p.1004-1010, 2012.

SILVA, A. P.; BONO, J. A.; PEREIRA, F. D. A. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.38-43, 2014.

SILVA, D. J.; LEITE, J. P.; DA SILVA, M. C. L. Avaliação da fertilidade do solo. In: CAVALCANTI, F. J. de A.; LIMA JÚNIOR, M. A.; LIMA, J. F. W. F. et al. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2a aproximação. 3 ed. Recife: instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, 2008. p. 49-68.

SILVA, F.C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627p.

SOARES, E. M. B.; GOMES, T. C. A.; SILVA, J. A. M.; SILVA, M. S. L., CARVALHO, N. C. S.; BATISTA, J. S. E. Alterações no solo e no desempenho produtivo do coqueiro em um sistema manejado com cobertura de bagaço de coco verde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Lavras: SBF, 2002. CD-Rom.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13p.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETO, M. C.; GOMES, J. B. V. (Eds.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.

SOBRAL, L.F., FREITAS, J.A.D., HOLANDA, J.S., FONTES, H.R., CUENCA, M.A.G., RESENDE, R.S. Coqueiro anão verde. In: CRISOSTOMO, L.A.; NAUMOV, A. **Adebando para alta produtividade e qualidade**: fruteiras tropicais do Brasil. IIP. Boletim 18, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. P.; 89-101.

SOUSA, G. B., MARTINS FILHO, M. V., & MATIAS, S. S. Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em Guariba-SP. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.3, p.490-500, 2012.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica** Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

TRANI, P.E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. **Análise foliar**: amostragem e interpretação. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 18p.