

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Ana Giulha de Oliveira Santos
Hemilly Caroliny da Silva Molina
Keury Rayssa Veloso dos Santos
Maria Clara Moura Junqueira

ADUBAÇÃO VERDE COM *CROTALARIA JUNCEA* EM ÁREAS DE
REFORMA DE CANAVIAIS

Fernandópolis
2024

Ana Giulha de Oliveira Santos
Hemilly Caroliny da Silva Molina
Keury Rayssa Veloso dos Santos
Maria Clara Moura Junqueira

ADUBAÇÃO VERDE COM *CROTALARIA JUNCEA* EM ÁREAS DE REFORMA DE CANAVIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado com exigência parcial para a obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Açúcar e Álcool, no Eixo Tecnológico de Produção Industrial, a escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora Midian Nikel Alves de Souza.

Fernandópolis
2024

Ana Giulha de Oliveira Santos
HemillyCaroliny da Silva Molina
KeuryRayssa Veloso dos Santos
Maria Clara Moura Junqueira

ADUBAÇÃO VERDE COM *CROTALARIA JUNCEA* EM ÁREAS DE REFORMA DE CANAVIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado com exigência parcial para a obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Açúcar e Álcool, no Eixo Tecnológico de Produção Industrial, a escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora Midian Nickel Alves de Souza.

Examinadores:

Alex de Lima

Joel Gouveia Baptista

Midian Nickel Alves de Souza

Fernandópolis
2024

DEDICATÓRIA

Dedicamos nosso trabalho para o agrônomo Murilo França, que nos abriu caminho para o início deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por ter nos dado tanta força nesse momento de luta, agradecemos também nossos professores Alex e Joel por sempre nos incentivar a não desistir e continuar até o fim e a nossa orientadora Midian, que nos auxiliou sempre que necessário.

EPÍGRAFE

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e
os seus planos serão bem-sucedidos”
(Provérbios 16.3)

ADUBAÇÃO VERDE COM *CROTALARIA JUNCEA* EM ÁREAS DE REFORMA DE CANAVIAIS

Ana Giulha de Oliveira Santos
Hemilly Caroliny da Silva Molina
Keury Rayssa Veloso dos Santos
Maria Clara Moura Junqueira

RESUMO: A adubação tem objetivo de garantir a qualidade e o desenvolvimento da planta, adicionando uma quantidade de nutrientes ao solo. Para terem uma boa produtividade, é utilizado fertilizantes e/ou adubos, o que conseqüentemente aumenta a lucratividade do produtor e traz bons resultados na matéria-prima. Cada plantação precisa de uma quantidade correta de adubos, há casos que os adubos são adicionados com excesso, podendo ser um enorme problema para aquela safra, prejudicando até mesmo as próximas e comprometendo as áreas de cultivos. Com isso, surgiu a adubação verde que vem mostrando resultados satisfatórios e beneficiando a biodiversidade dos agroecossistemas, tornando o solo mais fértil e mais produtivo. A planta *Crotalaria juncea* é uma ótima solução, sendo utilizada na tentativa de minimizar e recuperar solos degradados, apresentando uma boa capacidade de melhorar o solo, por ser uma planta leguminosa que faz fixação biológica de nitrogênio ao solo, onde bactérias que ficam em simbiose com as plantas pegam o nitrogênio da atmosfera e são capazes de transformá-los, para que a planta faça sua assimilação. O objetivo do presente trabalho é comparar dois solos diferentes e identificar os elementos químicos presentes, assim, como consequência analisar quais benefícios a planta crotalária poderá trazer aos solos. Realizou-se uma coleta dos diferentes solos da usina BPBUNG, sendo as amostras levadas até a Universidade Brasil para serem analisadas. Os valores encontrados não eram os esperados pelo grupo, devido as duas amostras de solo terem recebido um manejo e fertilizantes químicos, não possibilitando realizar a comparação desejada e confirmar a eficiência da crotalária na restauração de solos degradados ou empobrecidos, principalmente na fixação do elemento Nitrogênio.

Palavras-Chave: Adubação. Solo. Plantas.

ABSTRACT: Fertilization aims to guarantee the quality and development of the plant, adding a quantity of nutrients to the soil. To have good growth, fertilizers and/or fertilizers are used, which consequently increases the producer's profitability and brings good results in the raw material. Each plantation needs a correct amount of fertilizers to have greater productivity, there are cases where fertilizers are added excessively and

can be a huge problem for that harvest, even harming the next ones, and compromising the cultivation areas. With this, green manure emerged, which has shown high results and benefited the biodiversity of agroecosystems, making the soil more fertile and more productive. The *Crotalaria Juncea* plant is a great solution, being used in an attempt to minimize and recover degraded soils, presenting a good capacity to improve the soil, it is a leguminous plant that provides good biological nitrogen fixation to the soil, where bacteria that remain in Symbiosis with plants takes nitrogen from the atmosphere and is capable of transforming it, so that the plant can take it and fix it. The objective of this work is to compare two different soils, and identify the chemical elements contained in the plant, thus, as a consequence, analyzing what benefits the *crotalaria* plant can bring to the soil. A collection of the different soils from the BPBUNG plant was carried out, the samples were then taken to the Universidade Brasil to be analyzed, after receiving the results, it was seen that the soil without the *crotalaria* planting obtained a greater amount of calcium and magnesium, which are important elements of the soil, than the soil that was supposed to have been planted with *crotalaria*, other elements that were found during the analysis stood out in the soil with *crotalaria* planting.

Keywords: Fertilization. Ground. Plants.

1. INTRODUÇÃO

A adubação é a prática agrícola que consiste em adicionar ao solo a quantidade de nutrientes que preenche a lacuna entre o que a planta exige e o que o solo pode fornecer, acrescentando, ainda, a quantidade perdida. Assim, a quantificação dos nutrientes existentes no solo é essencial para um uso eficiente, racional e econômico do adubo. A adubação começa com a análise do solo, continua com a correção da acidez e termina com a aplicação correta do adubo. (MALAVOLTA, 1992, p.124 apud CORTEZ et al, 2002, p. 2).

A adubação excessiva pode resultar em desequilíbrios, caracterizados pelo excesso de alguns nutrientes e/ou deficiência de outros. Isso acarreta prejuízos financeiros por gastos desnecessários, baixas produções e produtos com menor qualidade nutricional e visual. O uso desordenado de fertilizantes pode também trazer problemas ambientais, como contaminação do solo e da água dos lençóis freáticos, mananciais, nascentes, córregos e rios. Assim, o conhecimento do solo, da

capacidade de este fornecer nutrientes e água para as plantas e a demanda nutricional das mesmas são quesitos indispensáveis para o uso adequado dos recursos naturais, a fim de obter as melhores respostas em crescimento e em desenvolvimento das culturas, além de considerar os aspectos econômicos e socioambientais (MUNIZ et al, 2018, p. 2).

O presente trabalho tem como objetivo identificar a diferença da adubação convencional e da adubação verde, utilizando a planta Crotalária no plantio, tendo a finalidade de atuar na recuperação de solos; já que ela tem alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico proporcionando matéria orgânica ao solo. É uma opção para os agricultores utilizá-las como remediadoras de solos contaminados por herbicidas e metais pesados.

A planta crotalária é nativa da Ásia, atualmente é amplamente cultivada em áreas mais secas dos trópicos e subtropicais e em muitos plantios ela é utilizada em adubação verde, apresenta vários benefícios para a lavoura sendo assim um deles é podendo reduzir até 80% das nematóides do cultivo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ADUBAÇÃO

A adubação é um importante processo para as plantações, pois é importante e responsável pelo desenvolvimento e qualidade dos produtos da matéria prima. Assim, o processo de adubação nutre as plantas com substâncias necessárias para um crescimento saudável. Para um bom desenvolvimento, a planta precisa de nutrientes específicos e essenciais. Através do ar ele retira Carbono (C), o Oxigênio (O) e o Hidrogênio (H). Por outro lado, outros compostos são absorvidos através das raízes, o solo na maioria das vezes, não possui a quantidade de nutrientes suficientes (MORAIS, 2022).

2.1.1. Tipos de adubações

Primeiramente, na agronomia existem três tipos de adubação, sendo eles a orgânica, mineral e organo-mineral. Sendo assim, o adubo orgânico pode ser de origem vegetal, como cascas e restos de alimentos, bagaço, e os de origem animal são aqueles que já estão decompostos ou em decomposição e esterco, tendo como vantagens a melhoria do armazenamento de água, a melhoria da estrutura do solo, o aumento da atividade microbiana e o aumento da capacidade de retenção de nutrientes (ROSSETTO, 2022).

As adubações minerais são matérias-primas e são obtidas a partir de processos físico-químicos, como a ureia, nitrogênio, potássio e fosfatos, suas vantagens são aquelas que contribuem para que as colheitas possam ser mais consistentes e de alta qualidade, além de repor o equilíbrio dos nutrientes (CIVITEREZA, 2021).

O adubo organo-mineral é a combinação de matéria orgânica e mineral, comparado ao mineral pode apresentar um grande potencial químico reativo, sendo relativamente inferior, tendo como sua base a compostagem de matéria orgânica como a palha de café, de milho e até do bagaço da cana, assim, algumas de suas vantagens são o incremento de matéria orgânica, a neutralização de certas substâncias tóxicas, aumento da disponibilidade de fósforo, entre outros (EQUIPE AGRONÔMICA, 2022).

2.2. ADUBAÇÃO EXCESSIVA

É fundamental o uso correto de adubação, para que a safra tenha um melhor desenvolvimento, pois há casos em que a adubação excessiva vem causando danos, que vão além da queda na produtividade das safras atuais e futuras, comprometendo as áreas de cultivos. Sendo assim, caso comprometa as plantações ou a área, a resolução de tal problema pode ter um alto custo, e um longo prazo para o surgimento do efeito desejado.

Alguns problemas causados pelo excesso de adubação serão relatados nos subtópicos abaixo.

2.2.1. Antagonismo e competição

O excesso de nutrientes presentes no solo promove redução na absorção das plantas. O antagonismo é notavelmente observado entre alguns elementos como o Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg). Tais elementos precisam estar em quantidade equilibrável no solo, assim, garantindo a absorção de cada um. Ou então, os nutrientes podem competir pelo mesmo local de absorção, se algum nutriente estiver em excesso pode bloquear a absorção de outros (WATHIER, 2019).

2.2.2. Predisposição a doenças

Plantas que estão com excesso de nutrientes são mais vulneráveis a doenças e pragas. Nutriente como Cálcio e Potássio podem tornar os tecidos das plantas mais rígidos e resistentes. O Cálcio é um importante nutriente para a composição da parede celular, tornando a estrutura mais resistente e com mais estabilidade. Em contrapartida, o Nitrogênio (N) quando em excesso, torna os tecidos mais sensíveis aos ataques patógenos (WATHIER, 2019).

2.3. EXTRAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS NA PRODUÇÃO DE ADUBOS

Para realizar a produção de fertilizantes que são utilizados na adubação mineral, é necessária a utilização de recursos naturais, e muitas vezes, eles não são extraídos de maneira correta, sendo uma ação desregulada e sem preocupação com as gerações futuras. Na fabricação de fertilizantes usa-se uma alta demanda de combustíveis fósseis, sendo principalmente, o gás natural e carvão mineral. Além do que, durante o processo de fabricação, emite-se dióxido de carbono (CO₂), favorecendo o agravamento do efeito estufa e como consequência, o Aquecimento global (CIVITEREZA, 2021).

Assim, há grande perspectivas de utilização da adubação verde para garantia de produtividade; de preservação ambiental; poupança de insumos, principalmente adubos nitrogenados, e o adubo verde é importante, sobretudo pelo auxílio na recuperação da fertilidade do solo e controle da erosão (AMBROSANO et al., 2011a).

2.4. ADUBAÇÃO VERDE

No final do século XIX, obteve grande aumento de produtividade agrícola resultante da utilização de fertilizantes minerais, fazendo com que vários agricultores renunciassem à adubação orgânica, criando modelos inovadores de agricultura. Com o avanço das indústrias químicas, mecânicas e do melhoramento genético da área agrícola, passou-se chamar essa prática de “Revolução Verde” (JESUS, 1985, p.1).

A partir da década de 1970, começaram a surgir sérios problemas decorrentes da adoção de atividades agrícolas relacionadas à “Revolução Verde”. A degradação da capacidade produtiva dos solos, associada à proliferação de pragas e doenças, causou um empobrecimento dos agricultores, devido ao aumento dos custos de produção (GUERRA et al., 1997, p.5).

Com o avanço da Revolução Verde, a partir dos anos 1960, desenvolveram-se máquinas, equipamentos e insumos modernizados, que causaram a desvalorização da adubação verde. Logo, em 1980, houve um salto na qualidade dos produtos gerada por adubos verdes, que desde então se tornaram componentes essenciais para arranjos de sucessão e rotação (JESUS, 1985, p.5).

A adubação verde consiste no cultivo de plantas que possuem elevado potencial de produção de biomassa vegetal, com o intuito de incorporá-las no solo. Capazes de fixar nutrientes presentes em camadas do território ou na atmosfera, tornando-o mais fértil e produtivo. É utilizado para recuperação de solos degradados, melhoramento natural de solos pobres e conservação de solos produtivos (SARTORI, 2011, p.4).

Ainda, segundo Wildner (2020): no contexto atual, trata-se da importância da adubação verde ou dos adubos verdes, que são constituídos por plantas, que podem agir como barreira natural, podendo assim preservar o solo de causas naturais, como erosão. Dessa forma, a adubação verde pode ser denominada de plantas de cobertura (Figura 1) e podem ser utilizadas em qualquer lavoura.

Figura 1. Plantas de cobertura



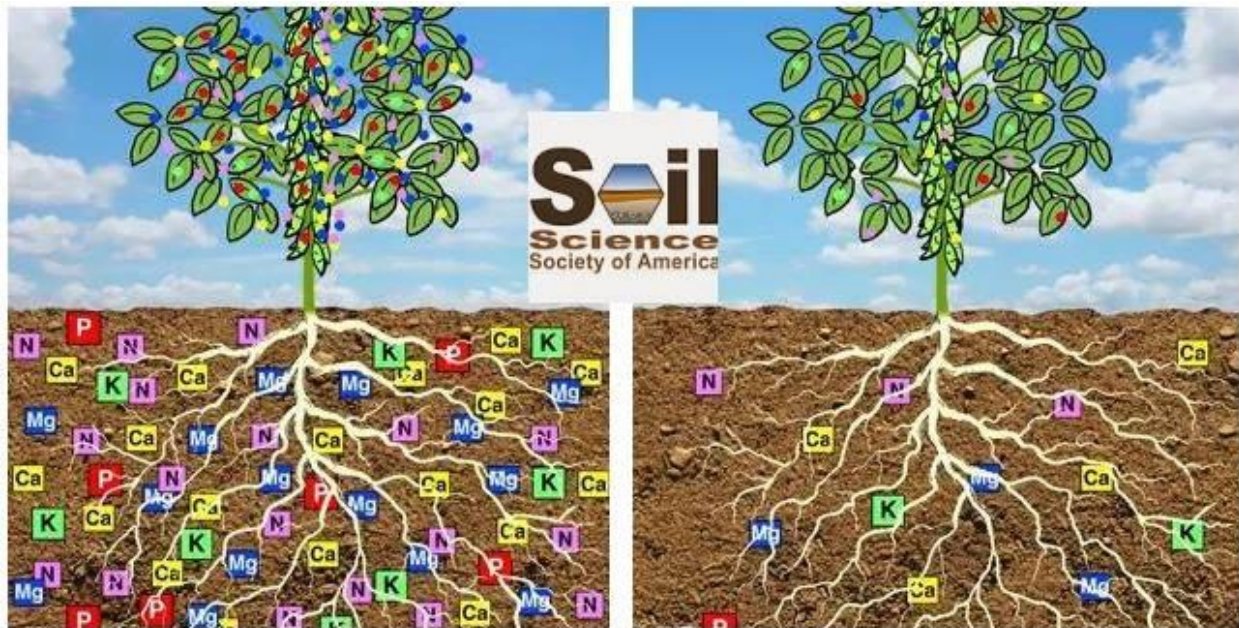
Fonte: (Epagri,2020)

De acordo com o agrônomo Wildner (2020):

O diferencial é que elas nascem, crescem, morrem e permanecem no mesmo lugar para beneficiar o local de produção e as plantas que serão cultivadas no seu lugar.

Além do mais, essa forma de adubação, pode levar a lavoura a ter muitos outros benefícios, como o aumento da biodiversidade, favorecendo na variedade de microrganismos e a redução no uso de defensores, pois no solo rico em nutrientes (figura 2) as plantas se tornam mais resistentes as pragas e doenças (FERNANDES, 2023).

Figura 2. Diferença entre solo rico x solo pobre



Fonte: (Solo na Escola,2015)

O desenvolvimento dessa prática pode ser realizado com diversas espécies vegetais, apresentando diferentes tipos de características como: produção de massa verde/seca, tempo de decomposição, velocidade de crescimento e produção de compostos alelopáticos.

Algumas vantagens da adubação verde são relatadas por Alcântara (2016):

- Dificulta a germinação de sementes de plantas daninhas, podendo suprir ou controlar invasoras;
- Favorece a reprodução de microrganismos benéficos para a cultura agrícola;
- Mantém a umidade do solo, diminuindo perdas por evaporação e escoamento superficial;
- As espécies utilizadas possuem um sistema radicular com alta eficiência para descompactar o solo;
- Aumenta o teor de matéria orgânica;
- Facilita os cultivos subsequentes, aumentando a quantidade de micronutrientes.

2.4.1. Adubos verdes

Grande parte de adubos verdes ou plantas de cobertura, pertencem à família das leguminosas, escolhidas por sua capacidade de fixar o nitrogênio da atmosfera adjunto com bactérias chamadas Rizóbios. Essas plantas protegem o solo contra radiação solar e erosões. Pode-se citar como exemplos de leguminosas usadas como adubo verde: as crotalárias, guandu, mucunas e feijão de porco (ALCANTARA, 2016, p.1).

Há também a possibilidade de fazer a mistura de sementes, semeando-as juntas para se obter os benefícios de todas elas de uma só vez.

Existem três formas de lograr esses adubos, sendo elas:

- **Rotação:** a área é dividida em talhões e cada um deles é plantado junto ao adubo de maneira rotacionada, dessa forma pelo menos um recebe adubação verde uma vez por ano.
- **Sucessão:** o adubo é semeado um pouco antes da cultura principal, que será plantada na mesma área.
- **Consórcio:** o adubo é semeado nas entrelinhas ou nas linhas da cultura principal, pode ser semeado também em faixas intercalando com a cultura principal.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2023) dentre as vantagens do uso de sistemas apropriados de rotação, sucessão e consórcios de cultivos, podem ser citadas: o incremento e a estabilidade de produtividade de grãos, a quebra do ciclo de pragas e de doenças, a diminuição da infestação de plantas daninhas, a alternância no padrão de extração e de ciclagem de nutrientes com uso de espécies com diferentes sistemas radiculares; além da manutenção ou a melhoria das condições físicas do solo.

2.5. CROTALÁRIA

De acordo com Pacheco (2010, p.43):

A crotalária, é também conhecida como "sunhemp" em inglês, é originária da Índia e do Paquistão, tendo uma boa adaptação às regiões tropicais do mundo. Ela é uma planta anual de crescimento rápido e pertence à família Fabaceae.

Ainda, segundo o autor supracitado, a planta foi utilizada de diversas maneiras, desde a fabricação de tecidos até como adubo verde para melhorar a fertilidade do solo. O nome de origem da Crotalária refere-se ao chocalho das vagens secas, semelhante ao da cobra cascavel (*Crotalus sp*). Seu uso remonta à antiguidade, mas sua popularidade cresceu recentemente devido aos benefícios na agricultura sustentável.

2.5.1. Plantio

Quanto ao seu metabolismo, a *Crotalaria juncea* responde ao fotoperíodo; o atraso da semeadura reduz os rendimentos de matéria seca (TEODORO et al., 2011). Comparando com as outras espécies de crotalária, possuem um ciclo mais rápido, em torno de 90-120 dias até seu florescimento. Comportam-se como plantas de dias longos. Produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outras finalidades. Com um vigoroso crescimento radicular, possui uma boa tolerância à seca, alta capacidade de produção de matéria seca e cobertura do solo; também são indicadas para o controle de plantas daninhas e na produção de celulose (CAGNELUTTI FILHO et al., 2017; EMBRAPA, 2016).

De acordo com Teixeira et al. (2009):

A utilização de leguminosas como a crotalária para a finalidade de produção de palha estabelece um manejo favorável quanto ao aumento do teor e disponibilidade de N nos solos, bem como potencial de controle de nematóides. Entretanto, possui a desvantagem da sua rápida decomposição, o que proporciona menor cobertura ao solo.

Ambrosano et al. (2005) deixa claro que seu cultivo não interfere na brotação da cana. Seu custo é relativamente baixo e promove aumentos significativos nas produções de cana de açúcar em pelo menos dois cortes. Adicionalmente, protege o solo contra a erosão e evita multiplicação de plantas espontâneas.

Crotalaria juncea – espaçamento de 0,5 m entre linhas, 25 Kg de sementes por Ha, densidade de 30 sementes por metro linear, com profundidade de semeadura entre 2 a 4 cm, seguindo as orientações de (SALATA,1997, p.84).

2.5.2. Características e benefício para o solo

De acordo com Al-Snafi (2017):

O gênero *Crotalaria* possui cerca de 600 espécies distribuídas principalmente em áreas tropicais e subtropicais do hemisfério sul e da África. Este gênero pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Crotalarieae. A tribo Crotalarieae possui dois gêneros que incluem espécies com uso agrônômico, *Crotalaria* e *Lotononis*. Esses dois gêneros também contêm alcalóides pirrolizidínicos, que ingeridos em quantidade suficiente podem ser tóxicos para animais e aves.

Figura 3. Crotalária



Fonte: (soflor, S/D)

Essa planta é utilizada na tentativa de minimizar e recuperar solos degradados, pois é uma espécie leguminosa, a qual apresenta a capacidade de melhorar as propriedades físicas, química e biológica do solo (MOZAMBANI et al., 1993).

Segundo os mesmos autores:

Diversas espécies da família das leguminosas têm sido utilizadas para a finalidade de adubação verde, destacando-se a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), uma planta de ciclo anual, porte ereto, arbustiva, de crescimento determinado. Esta espécie tem seu florescimento induzido quando a duração do dia é menor que 12 horas, caracterizando esta espécie como planta de dias curtos.

Recomenda-se para ações posteriores disseminar o germoplasma armazenado em bancos, gerar recursos genômicos e genéticos, criar para insensibilidade ao fotoperíodo, realizar análises bioquímicas e biológicas de compostos únicos na Crotalária e explorar ainda mais a essa cultura, pois essas espécies são subexploradas (AL-SNAFI, 2017).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de pesquisas científicas em diversos artigos científicos e sites desse cunho, almejando analisar a produtividade em solos com a presença e ausência da planta Crotalária, além disso, visamos trazer os benefícios dessa cultura, como ela pode ser usada, as suas características morfológicas e fisiológicas, origem, e a importância dela para a adubação verde.

Vale ressaltar que o segmento teórico foi realizado no laboratório de informática da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo. Antes de começar as análises da metodologia prática, foram coletadas amostras de solo adubado previamente com a planta Crotalária e solo não adubado com a planta, fornecidas por um funcionário da usina BP Bunge Bioenergia, com intuito de analisar as características fisiológicas e morfológicas destes solos, principalmente o nível de nitrogênio presente, já que a planta em estudo atua na fixação biológica desse elemento.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Coletas e Análises de Solos

Utilizou-se de metodologias de coleta e análise química de solos de duas áreas: uma com plantio da Crotalária e outra sem o plantio, ambas as áreas de cultivos de cana-de-açúcar. As amostras foram coletadas na usina sucroalcooleira BPBUNG, localizada no município de Ouroeste- SP.

Quadro 1. Informações referentes às duas amostras de solo

Terra com Crotalária	Terra sem Crotalária
10 Anos de cana plantada (sendo 6 meses da crotalária plantada)	8 anos de cana plantada
Calcário - 1.000 kilos por hectare	Fosfato
Fertilizantes adubo - 350 kilos por hectare	Calcário
Veneno	Torta de adubo líquido (a cana foi plantada por cima da torta)
Biozine	
Nutri Cana	

Fonte: (Próprias autoras, 2024)

O colaborador Paulo Sérgio da usina acima citada, líder de processo agrícola realizou a coleta de acordo com as normas exigidas. Elas foram encaminhadas ao Laboratório de fertilidade de solos da Universidade Brasil, campus de Fernandópolis-SP, para realização de análise básica dos solos coletados; os parâmetros determinados foram os seguintes: matéria orgânica, fósforo resina, pH, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, acidez potencial, somas de bases, troca catiônica e saturação por bases (Tabela 2).

Quadro 2. Laudo das análises de solo com os parâmetros determinados.

DETERMINAÇÕES			AMOSTRAS											
			01	02										
Matéria Orgânica	MO	g dm ⁻³	14	17										
Fósforo Resina	P	mg dm ⁻³	7	19										
pH	CaCl ₂		5,2	6,3										
Potássio	K	mmol _e dm ⁻³	1,1	2,4										
Calcio	Ca	mmol _e dm ⁻³	13	21										
Magnésio	Mg	mmol _e dm ⁻³	4	7										
Alumínio	Al	mmol _e dm ⁻³	-	-										
Acidez Potencial	H + Al	mmol _e dm ⁻³	28	17										
Soma de Bases	SB	mmol _e dm ⁻³	18,1	30,4										
Capacidade de Troca Catiônica	C.T.C	mmol _e dm ⁻³	46,10	47,40										
Saturação por Bases	V%	%	39,26	64,14										
Enxofre	S	mg dm ⁻³	-	-										
Boro	B	mg dm ⁻³	-	-										
Cobre	Cu	mg dm ⁻³	-	-										
Ferro	Fe	mg dm ⁻³	-	-										
Manganês	Mn	mg dm ⁻³	-	-										
Zinco	Zn	mg dm ⁻³	-	-										
Argila	Argila	g Kg ⁻¹	-	-										
Areia	Areia	g Kg ⁻¹	-	-										
Silte	Silte	g Kg ⁻¹	-	-										

Teores	K ⁺ trocável mmol _e dm ⁻²	Florestais	Perenes mg dm ⁻³	Anuais	Hortaliças	pH CaCl ₂	V%	Ca ⁺⁺ mmol _e dm ⁻²	Mg ⁺⁺ mmol _e dm ⁻²	S-SO ₄ ²⁻ mg dm ⁻²
Muito baixo	0,0 - 0,7	0 - 2	0 - 5	0 - 6	0 - 10	> 6,0	0 - 25			
Baixo	0,8 - 1,5	3 - 5	6 - 12	7 - 15	10 - 25	5,6 - 6,0	26 - 50	0 - 3	0 - 4	0 - 4
Médio	1,6 - 3,0	6 - 10	13 - 30	16 - 40	25 - 60	5,1 - 5,5	51 - 70	4 - 7	5 - 8	5 - 10
Alto	3,1 - 6,0	10 - 20	31 - 60	41 - 80	60 - 120	4,4 - 5,0	71 - 90	> 7	> 8	> 10
Muito alto	> 6,0	> 20	> 60	> 80	> 120	Até 4,3	> 90			

Fonte: (Laboratório de Fertilidade de solos da UB - Fernandópolis, 2024)

A análise química do solo é essencial quando se deseja aumentar a fertilidade e as outras características do solo. Através da análise química é possível determinar os níveis de nutrientes presentes no solo, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, entre outros.

Essa prática permite que os agricultores determinem quais fertilizantes e corretivos são necessários para aperfeiçoar o crescimento das plantas, podendo revelar informações sobre acidez do solo e sua capacidade de reter água, garantindo a produtividade e a saúde das plantas.

4.2. Resultados e Discussões

Nas análises realizadas (Quadro 3) pode-se observar que os valores não eram os esperados pelo grupo, devido às duas amostras de solo terem recebido um manejo e fertilizantes químicos, não possibilitando realizar a comparação desejada e

confirmar a eficiência da crotalária na restauração de solos degradados ou empobrecidos, principalmente na fixação do elemento Nitrogênio.

Quadro 3. Resultados das análises de solo

DETERMINAÇÕES			01	02
Matéria Orgânica	MO	g dm ⁻³	14	17
Fósforo Resina	P	mg dm ⁻³	7	19
pH	CaCl ₂		5,2	6,3
Potássio	K	mmol _c dm ⁻³	1,1	2,4
Calcio	Ca	mmol _c dm ⁻³	13	21
Magnésio	Mg	mmol _c dm ⁻³	4	7
Alumínio	Al	mmol _c dm ⁻³	–	–
Acidez Potencial	H + Al	mmol _c dm ⁻³	28	17
Soma de Bases	SB	mmol _c dm ⁻³	18,1	30,4
C. de Troca Catiônica	C.T.C	mmol _c dm ⁻³	46,10	47,40
Saturação por Bases	V%	%	39,26	64,14
Enxofre	S	mg dm ⁻³	–	–
Boro	B	mg dm ⁻³	–	–
Cobre	Cu	mg dm ⁻³	–	–
Ferro	Fe	mg dm ⁻³	–	–
Manganês	Mn	mg dm ⁻³	–	–
Zinco	Zn	mg dm ⁻³	–	–
Argila	Argila	g Kg ⁻¹	–	–
Areia	Areia	g Kg ⁻¹	–	–
Silte	Silte	g Kg ⁻¹	–	–

Fonte: (Laboratório de Fertilidade de solos da UB - Fernandópolis, 2024)

Outro ponto observado é que a planta crotalária estava a pouco tempo cultivada no solo (6 meses) e ela não tem ação imediata como os fertilizantes químicos, ela precisaria também se decompor para incorporar nutrientes para o solo, processo que leva um período maior.

Uma das funções da crotalária é fixar o nitrogênio, porém não há análise que mensure a quantidade desse elemento presente no solo, dessa forma pode-se observar a presença de nitrogênio através da matéria orgânica apresentada no solo.

Embora o presente trabalho não constatou a eficiência da Crotalária na adubação verde do solo, pode-se verificar vários trabalhos similares que apontam os resultados significativos dessa cultura, como exemplo o trabalho desenvolvido por Scheuer e Tomasi (2011):

A *Crotalaria juncea* e *spectabilis* apresentaram significativos resultados, na análise foliar, tanto de macro quanto de micronutrientes, sendo comparada com os valores encontrados por outros pesquisadores, tais como Mascarenhas et al. (1994), Souza et al. (2008), Wutke e Arévalo (2006) e Duarte et al. (2008). Verifica-se certa similaridade entre os nutrientes encontrados, diferenciando-se apenas, em relação à quantidade de nitrogênio e cálcio, no qual se constatou valores superiores, justificados pelo maior período em que as leguminosas se desenvolveram.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho se justifica pelo uso excessivo de adubação, gerada uma vez que há a excedente aplicação de alguns nutrientes e a carência de outros. A adição descontrolada de fertilizantes provoca um intenso desgaste nos solos, dessa forma utilizar essas áreas por diversas vezes de maneira incorreta pode acarretar perdas econômicas, baixa qualidade nutricional no produto e problemas ambientais, diminuindo a capacidade dos solos de fornecer água e nutrientes para as plantas.

Mediante a problemática abordada, a meta estabelecida visou reduzir problemas ambientais causados pelo uso excessivo de fertilizantes, de maneira econômica e sustentável utilizando, então, o uso da planta crotalária como adubo verde.

A espécie utilizada foi a *C. juncea* pela sua alta eficiência na fixação de nitrogênio proporcionando as plantas nutrição e um crescimento saudável, sendo plantada ao solo por um período e só após a finalização do seu ciclo de desenvolvimento é que o solo estará apto para receber o plantio da cultura escolhida.

Perante as análises realizadas o resultado obtido não foi o esperado devido não ter escolhido amostras corretas para ser feita as comparações. Visto que a quantidade de nutrientes presentes em cada amostra foi bem parecida não evidenciando a eficácia da planta como adubo, embora outro trabalho foi realizado e comprovou a eficiência da planta. Em outro momento pode ser realizado novas pesquisas com o objetivo de alcançar o resultado almejado se escolhido amostras sem qualquer tipo de fertilizantes e uma com o uso da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, F. **O que é e como fazer adubação verde**. Brasília, DF: Saber e Fazer Agroecologia Por uma Agricultura Mais Generosa Com a Terra e Com as Pessoas, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144392/1/Saber-e-Fazer-Agroecologia-5-ainfo.pdf>. Acesso em: 08 de março de 2024.

AL-SNAFI, A. E. **The contents and pharmacology of *Crotalaria juncea***. A review. Universidade de Thi-Qar, 15 de fevereiro de 2017. Disponível: https://www.researchgate.net/profile/Ali-AI-Snafi/publication/313742837_The_contents_and_pharmacology_of_Crotalaria_juncea-A_review/links/58a4673b92851cf0e38471ea/The-contents-and-pharmacology-of-Crotalaria-juncea-A-review.pdf. Acesso em dezembro de 2023.

AMBROSANO, F. E. et al. **Cultivo de leguminosas e a produtividade de cana-de-açúcar**. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 4, p. 810-818, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/gH8gGWp39kMDHCG8kQMn3Wn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 de março de 2024.

BRITO, S. **Projeto Promove Benefícios da Adubação Verde para Agricultura Familiar**. Brasília, DF: Agricultura Familiar Fixação Biológica de Nitrogênio, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48409040/projeto-promove-beneficios-da-adubacao-verde-para-a-agriculturafamiliar#:~:text=%E2%80%9CA%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20v>. Acesso em: 01 de março de 2024

CIVITEREZA, G. **Terradecultivo: Fertilizantes**. Disponível em: <https://www.terradecultivo.com.br/os-impactos-da-adubacao-mineral-no-meio-ambiente/>. Acesso em 01 de março de 2024.

DELAZERI, S.J.V. et al. Asociación Argentina Ciência Del Suelo. **Desempenho agrônômico de milho e crotalaria cultivados em sistemas solteiro e consorciado**. *Argentina*, v. 38, n. 2, p. 213-222. 2020. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672020000200212. Acesso em: 22 de março de 2024.

EMBRAPA. **Fertilizantes organomineral**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasfert/fertilizantes/fertilizante-organomineral>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.

EPAGRI. **O que são plantas de cobertura ou adubos verdes: conheça as vantagens.** Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/09/04/o-que-sao-plantas-de-cobertura-ou-adubos-verdes-conheca-as-vantagens/>. Acesso em: 09 de junho de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Adubação Verde e plantas de cobertura no Brasil.** 2.ed. Brasília: DF, 2023. 486 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/TelmoAmado/publication/370751437_ADUBACAO-VERDEVOL02/links/646020fd434e26474fe4b4de/ADUBACAO-VERDE-VOL02.pdf. Acesso em: 08 de março de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Rotação e consórcios de culturas com adubos verdes como prática conservacionista no Cerrado.** <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3557/rotacao-e-consorcios-de-culturas-com-adubos-verdes-como-pratica-conservacionista-no-cerrado>.

PACHECO, J.S, LÓPEZ, R.E.S. Estudo da arte/ State of the Art. **Genus Crotalaria L. (Leguminosae).** Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/15853/31.pdf?>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2024.

FERNANDES, D. **Nutrição de safras: Conservação do solo: qual a importância dessa prática.** Disponível em: <https://nutricaodesafras.com.br/conservacao-do-solo>. Acesso em: 09 de junho de 2024.

ESPÍNDOLA, J.A.A. GUERRA, J.G.M. ALMEIDA, D.L. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável.** Seropédica, RJ: Embrapa-Agrobiologia, 1997. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/624248/1/doc042.pdf> . Acesso em: 01 de março de 2024.

MOITINHO, N. C. **Produção e composição químico-bromatológica de quatro leguminosas em diferentes alturas de corte.** 2019. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Faculdade de ciências agrárias curso de zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/1988/1/CarolinaNantesMoitinho.pdf>. Acesso em: 08 de março de 2024.

MORAES, M. **AGROPÓS. Adubação: os diferentes tipos e técnicas.** Disponível em: <https://agropos.com.br/adubacao>. Acesso em: 08 de março de 2024.

MOZAMBANI, A.E.; SADER, R.; PINTO, L.R. **A maturação fisiológica e retardamento de colheita de sementes de crotalaria (Crotalaria juncea L.).** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 15, n. 1, p. 55-62,1993.

Revista AMBIENTALE. **Nodulação de bactérias em cultivos de crotalária-juncea (*Crotalaria juncea*L., fabaceae) e de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp., fabaceae) com diferentes fontes de matéria orgânica.** Alagoas, v. 11, n. 3, p. 2-10. 2019. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/160/141>. Acesso em: 01 de março de 2024.

SANTOS, C. J. **Desafios do uso de crotalária em alimentação animal.** Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3588/1/DESAFIOS%20DO%20USO%20DE%20CROTAL%C3%81RIAS%20EM%20ALIMENTA%C3%87%C3%83O%20ANIMAL%20PDF.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2024.

SARTORI, V. **Adubação verde e compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas.** Caxias do Sul, RS: Educs, 2011. Disponível em: https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Aduba%C3%A7%C3%A3o_e_Compostagem_2.pdf. Acesso em: 08 de março de 2024.

WATHIER, G. Elysios. **7 problemas do excesso na fertilização de cultivos.** Disponível em: <https://elysios.com.br/blog/7-problemas-do-excesso-na-fertilizacao-de-cultivos/>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2024.

YARA BRASIL. **Adubo Organomineral: o que é e quais são as vantagens.** Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/adubo-organomineral-o-que-e-vantagens>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2024.