

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA DE  
MINAS GERAIS - CAMPUS BAMBUÍ**

**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**Lucas Canuto da Silva**

**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO VERDE DE GRAMÍNEAS E  
LEGUMINOSAS E MELHORIAS GERADAS NO PERFIL DO SOLO**

**BAMBUÍ/MG**

**2021**

**LUCAS CANUTO DA SILVA**

**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO VERDE DE GRAMÍNEAS E  
LEGUMINOSAS E MELHORIAS GERADAS NO PERFIL DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas  
Gerais - *Campus* Bambuí como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel  
em Agronomia.

Orientador: Prof.º Dr. Cássio Roberto  
Silva Noronha

**BAMBUÍ/MG**

**2021**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
Campus Bambuí  
Diretoria Geral  
Departamento de Ciências Agrárias

Ofício Nº 129/2021/CBA-DCA/CBA-DG/CBA/IFMG

Bambuí, 07 de maio de 2021.

**Assunto: Termo de Aprovação de Defesa.**

**LUCAS CANUTO DA SILVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof.º Dr. Cássio Roberto Silva Noronha

Aprovado em, 07 de maio de 2021.

Prof.º Dr. Cássio Roberto Silva Noronha (Orientador IFMG *Campus* Bambuí)

Prof.ª Me. Maria Carolina Botrel Gaspar (Professora IFMG *Campus* Bambuí)

Prof.º Me. Emerson Rodrigues Pimentel (Professor IFMG *Campus* Bambuí)

**BAMBUÍ/MG 2021**



Documento assinado eletronicamente por **Cassio Roberto Silva Noronha, Professor**, em 08/05/2021, às 07:27, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Carolina Gaspar Botrel, Professora**, em 20/05/2021, às 09:49, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Emerson Rodrigues Pimentel, Professor**, em 20/05/2021, às 12:57, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0834611** e o código CRC **16102CB9**.

S586e  
2021

Silva, Lucas Canuto da.

Efeito da utilização de adubação verde de gramíneas e leguminosas e melhorias geradas no perfil do solo. / Lucas Canuto da Silva. – Bambuí, 2021.  
36 f. : il.; color.

Orientador: Cássio Roberto Silva Noronha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. *Campus* Bambuí.

1. Perfil do solo. 2. Biomassa I. Noronha, Cássio Roberto Silva (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí. III. Título.

CDD: 631.44

*Aos meus pais João Canuto, Agna Aparecida (in memoriam) e ao meu irmão Lindomar Canuto por todo amor, apoio, compreensão e por acreditarem em meus sonhos. Aos meus colegas por compartilharem inúmeros momentos de vitórias e fracassos durante esta jornada.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Deus nunca disse que a jornada seria fácil, mas Ele disse que a chegada valeria a pena. Por isso, agradeço primeiramente a Deus por tudo aquilo que Ele fez durante estes anos e ainda fará em minha vida.

À minha mãe Agna Aparecida (in memoriam) por todo amor que sempre teve comigo. A senhora não teve a oportunidade de ver esse sonho começar, mas sei que, se estivesse aqui, estaria feliz com essa vitória. Ao meu pai João Canuto por todo apoio e cuidado comigo. Aos dois não sei como posso expressar o meu eterno agradecimento.

Ao meu irmão Lindomar, pelos momentos compartilhados que nos fizeram pensar em muitas coisas.

Aos amigos que fiz e partilhamos os mais diversos momentos que a faculdade nos reservou!

Aos meus Mestres pelo conhecimento compartilhado, e ao meu orientador Dr. Cássio Roberto Silva Noronha.

A todos aqueles que me acolheram como família e partilharam deste momento, meu imenso obrigado!

Assim que você se empenhar para que aconteça algo, o “como” vai aflorar por si mesmo e coisas grandiosas acontecerão.

*“Estabelecer metas é o primeiro passo para transformar o que é invisível em visível”.*

(Tony Robbins)

## RESUMO

SILVA, Lucas Canuto da. **Efeito da utilização de adubação verde de gramíneas e leguminosas e melhorias geradas no perfil do solo.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia). Bambuí: IFMG *Campus* Bambuí, 2021. 35 p.

A adubação verde tem sido muito usada para recuperação de áreas degradadas. Essa prática consiste em aumentar o teor de matéria orgânica no solo com a finalidade de trazer melhorias físicas, químicas e biológicas. Devido ao fato da utilização inadequada dos solos dispostos para a agricultura, seja por falta de conhecimento ou por negligência ao utilizar os recursos, há dificuldade em realizar algumas melhorias após a deposição de biomassa no terreno. A utilização da adubação verde gera benefícios ao sistema de produção agrícola, além de conservar os recursos naturais. Também é uma prática utilizada para recuperação de áreas degradadas por pastagens ou áreas que têm suscetibilidade à erosão.

**Palavras chave:** Perfil do solo. Biomassa. Matéria orgânica. Conservação. Recursos naturais.

## **ABSTRACT**

SILVA, Lucas Canuto da. **Effect of using green manure from grasses and legumes and improvements generated in the soil profile.** Final course work (Bachelor of Agronomy). Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2021. 35 p.

Green manure has been widely used to recover degraded areas. This practice consists of increasing the content of organic matter in the soil in order to bring about physical, chemical and biological improvements. Due to the fact of the inadequate use of the soils available for agriculture, either due to lack of knowledge or due to negligence when using the resources, it is difficult to make some improvements after the deposit of biomass in the land. The use of green manure generates benefits to the agricultural production system, in addition to conserving natural resources. It is also a practice used to recover areas degraded by pastures or areas that are susceptible to erosion.

**Keywords:** Soil profile. Biomass. Organic matter. Conservation. Natural resources.

## LISTA DE ABREVIações

C - Carbono

Ca - Cálcio

cm - Centímetro

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

Cu - Cobre

FBN - Fixação Biológica de Nitrogênio

Fe - Ferro

ha - Hectare

K - Potássio

K<sub>2</sub>O - Óxido de Potássio

kg - Quilograma

Mg - Magnésio

MO - Matéria Orgânica

Mo - Molibdênio

NO<sup>3-</sup> - Nitrato

MOS - Matéria Orgânica do Solo

MS - Matéria Seca

N - Nitrogênio

N<sub>2</sub> - Gás nitrogênio

P - Fósforo

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Pentóxido de Fósforo

S - Enxofre

ton - Tonelada

Zn - Zinco

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>12</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Adubação verde</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Utilização de leguminosas como adubo verde</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2.1 Características das principais espécies de leguminosas</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 Utilização de gramíneas como adubo verde</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3.1 Características das principais espécies de gramíneas</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4 Melhorias no perfil do solo</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4.1 Melhorias físicas</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4.2 Melhorias químicas</b> .....	<b>25</b>
<b>3.4.3 Melhorias biológicas</b> .....	<b>26</b>
<b>3.5 Adição de matéria orgânica ao solo</b> .....	<b>27</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>31</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No início da exploração dos solos, os produtores realizavam uma agricultura baseada no manejo de materiais disponíveis nas propriedades rurais. Na maioria das vezes, esses materiais eram de origem orgânica, o que acarretava um ganho para as propriedades do solo devido ao acréscimo de matéria orgânica. Após a descoberta de insumos químicos, a busca por maior produtividade fez com que a utilização de materiais orgânicos provenientes das propriedades caísse em desuso.

Os meios utilizados para a exploração do solo na agricultura e pecuária sofreram uma reformulação após as descobertas do uso de insumos químicos, que facilitam muito a prática de cultivo. Devido à possibilidade de poder aumentar a produção e o valor agregado dos produtos, além da crescente demanda por maiores produtividades causada pelo aumento do consumo de produtos oriundos da agricultura, ocorreu um uso desenfreado dos recursos naturais limitados. Essa prática insustentável gerou uma preocupação por parte dos produtores.

As práticas inadequadas, com uso de adubos químicos aplicados aos solos destinados à produção agropecuária, ocasionaram a degradação dos solos em áreas agricultáveis. Como consequência destas ações, surgiram erosões, baixa fertilidade, diminuição dos recursos hídricos, contaminação dos lençóis freáticos, compactação dos solos, entre outros malefícios.

Frente a esses problemas, e com o surgimento da modernização da agricultura (com o uso crescente de maquinários e novos processos produtivos, como a agricultura de precisão), tornou-se necessário aliar o desenvolvimento e o aumento da escala, uniformidade e qualidade de produção às práticas conservacionistas. Essa aliança tem ganhado espaço como uma forma correta de produção, no sentido de gerar um sistema de produção que preserva os recursos naturais. Esse sistema é conhecido por adubação verde.

A partir dessas otimizações na exploração dos recursos naturais, influenciados direta ou indiretamente pela produção agropecuária, a renovação de áreas degradadas e a conservação dos solos ganham destaque neste novo sistema de produção sustentável. Sendo assim, uma das técnicas que vem ganhando destaque na área da pesquisa é a utilização da adubação verde como uma alternativa viável, em função dos benefícios proporcionados ao meio. Além disso, esse novo sistema contribui para o processo de recuperação e manutenção da sustentabilidade na produção agropecuária.

Um dos benefícios gerados pela utilização da adubação verde é a recuperação de áreas degradadas, possibilitando novamente o cultivo nessas áreas. Conseqüentemente, há uma diminuição da busca por novas áreas de produção, ocasionando também a redução do desmatamento de áreas ainda preservadas.

A adubação verde, que é o uso de plantas que serão incorporadas ao solo, gera melhoria nos atributos físicos, químicos e biológicos do perfil do solo. Através desse tipo de adubação, ocorre um aumento do potencial produtivo de solos degradados e a conservação dos solos produtivos, tornando assim sustentável a exploração dos recursos naturais indispensáveis para o desenvolvimento da agropecuária.

Diante deste contexto, a adubação verde consiste em uma alternativa viável para amenizar os impactos causados pelos sistemas de produção na agropecuária, em função dos benefícios que essa adubação proporciona ao meio ambiente e também devido à busca incessante pela sustentabilidade na produção de alimentos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é verificar os benefícios gerados pela adubação verde na recuperação de áreas degradadas, por ser essa prática uma alternativa viável para gerar melhorias nas características gerais do solo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evidenciar o uso das plantas pertencentes às famílias das gramíneas e leguminosas para a utilização na adubação verde;
- Avaliar quais são as melhorias geradas pela adubação verde ao perfil do solo;
- Verificar se ocorre acúmulo de matéria orgânica no solo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Adubação verde

A preocupação com as questões ambientais e com o desgaste dos recursos gera discussões no meio agropecuário. Em consequência à falta de práticas conservacionistas e manejo inadequado dos solos, surgiram as áreas degradadas, tanto através das atividades agrícolas quanto pela pecuária, caracterizadas por uma perda significativa de fertilidade (POTT; MULLER; BERTELLI, 2007). A crescente preocupação com a conservação dos recursos naturais tem levado os produtores à modernização dos processos, das técnicas e do meio de produção. Isso é fundamental para tornar o setor sustentável.

Devido aos sérios problemas relacionados à conservação dos solos, gerados pela utilização de práticas inadequadas na agricultura, surgiram práticas agrícolas que consistem na utilização de plantas com a finalidade de produzir biomassa como fonte de nutrientes. Tais plantas também servem para a proteção do solo, podendo ser utilizadas em consórcio, rotação e sucessão de culturas. A finalidade é melhorar a fertilidade por gerarem aumento nos atributos físicos, químicos e biológicos no solo (REHAGRO, 2018; EMBRAPA, 2014; SOUZA *et al.*, 2012).

A adubação verde consiste na utilização de espécies vegetais para decomposição e liberação de material orgânico no solo. Tais espécies podem ser usadas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas de interesse comercial. Os objetivos são a melhoria, manutenção e recuperação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (CARDOSO *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2012).

A recuperação e manutenção de áreas degradadas, devido ao manejo incorreto do solo e água, são amenizadas pela utilização da adubação verde. Essa utilização melhora os terrenos naturalmente pobres e conserva os produtivos, além de controlar o processo erosivo, aumentar o teor de matéria orgânica e reciclar nutrientes do solo (SOUZA *et al.*, 2012).

Apesar dos fertilizantes químicos apresentarem concentrações superiores de nutrientes, a adubação verde aumenta a fertilidade do solo, mas disponibiliza uma variedade de elementos limitantes ao desenvolvimento das culturas. Mesmo assim, esse processo é mais rentável aos produtores rurais (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Os adubos verdes desempenham ações em diferentes aspectos da fertilidade do solo, sendo os mais notados o aumento do teor de matéria orgânica, elevação do pH

e a fixação do N atmosférico de maneira simbiótica pelas leguminosas (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012).

Além das contribuições geradas para o solo, a adubação verde traz melhorias nas estruturas do solo e impede o impacto das gotas de chuva. Isso contribui para impedir a erosão e a consequente perda da camada superficial, que é a mais fértil (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012). Esse processo pode também aumentar a capacidade de infiltração (SOUZA, 2014).

A adubação verde tem por foco o cultivo e manejo de diferentes plantas, geralmente leguminosas ou gramíneas, visando à máxima produção de biomassa e aos benefícios que ela pode trazer ao solo. As plantas utilizadas nesse sistema podem ser produzidas, ou não, no local e sua deposição como liteira permite o aumento da porosidade do solo, maior capacidade de infiltração e retenção de água devido ao acréscimo de matéria orgânica (SOUZA *et al.*, 2012).

A escolha do adubo verde depende da época a ser cultivado e dos objetivos desejados, como por exemplo, o controle de plantas espontâneas, melhorias da fertilidade e, de uma forma geral, a melhoria da qualidade do solo (FARIA *et al.*, 2004; ESPÍNDOLA *et al.*, 2007). A utilização dos adubos verdes pode ser realizada de muitas maneiras para que se tornem viáveis o uso e o manejo sustentável do solo para produção agrícola.

A prática da adubação verde pode ocorrer em pré-cultivo ou rotação de culturas, quando é utilizada com outras plantas, antes ou depois da implantação. Essa prática pode ser utilizada também em consórcio com outros adubos verdes e em conjunto com a cultura de interesse, ou no final do seu ciclo. Após o corte, o adubo verde fornecerá nutrientes e beneficiará tanto a cultura em desenvolvimento quanto as culturas posteriores. Outra maneira de praticar a adubação verde é o cultivo em faixas gramíneas ou leguminosas, que podem ser perenes ou semiperenes, mas são cortadas para incorporar nutrientes ao sistema de produção (EMBRAPA, 2011).

A adubação verde é muito comum e bastante utilizada, pois se constitui em uma ação sustentável que auxilia no processo de reposição dos nutrientes ao solo, sem uso de produtos químicos, que recupera áreas degradadas e nutricionalmente deficientes, além de fornecer cobertura e proteção ao solo (CALEGARI *et al.*, 1993).

### 3.2 Utilização de leguminosas como adubo verde

As leguminosas são consideradas plantas rústicas e indicadas para uso em recuperação de áreas degradadas, pois contribuem com alto aporte de biomassa, crescem rapidamente e têm um bom desempenho em solos ácidos e com baixa fertilidade (SOUZA *et al.*, 2012).

Leguminosas são plantas com capacidade de hospedagem de micro-organismos fixadores de nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em suas raízes (figura 01) e tal associação é benéfica para ambos. Essa relação de mutualismo favorece o desenvolvimento das espécies referidas, uma vez que os micro-organismos fixam o  $N_2$  e o disponibiliza para ser absorvido pelas plantas, em contrapartida as leguminosas suprem os micro-organismos com produtos fotoassimilados (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Figura 01: Nódulos de *Rhizobium*



Fonte: Kruger, 2018

A substituição ou complementação de fertilizantes químicos tem se mostrado viável para o provimento de nutrientes com a incorporação de biomassa ao solo adquirida a partir das leguminosas. Quando se adiciona a biomassa das leguminosas, ocorre a quebra de elementos de fácil decomposição, dando início a um rápido processo de mineralização de nitrogênio (AMBROSANO *et al.*, 2009; AMBROSANO *et al.*, 2011).

Para obtenção de ganho de fertilidade no solo, a biomassa gerada pelo adubo verde deve conter um bom acúmulo de nutrientes, apresentando maior capacidade de reciclagem de nutrientes (CERQUEIRA, 2011).

O fato de leguminosas fixarem  $N_2$  atmosférico, realizado pela associação das leguminosas com bactérias do gênero *Rhizobium*, e por apresentarem um sistema radicular fasciculado e raízes secundárias bem ramificadas, fazem com que sejam propícias para utilização como adubo verde (CERQUEIRA, 2011).

Além disso, segundo Souza et al. (2012), é necessário encontrar alternativas para recuperação da fertilidade. Nesse sentido, as leguminosas tornaram-se as espécies mais utilizadas como adubo verde, pois proporcionam aumento na reciclagem de nutrientes e na fixação de N atmosférico no solo. Além disso, realizam alta produção de fitomassa verde e são ricas em nutrientes.

As leguminosas, depois de cortadas e incorporadas ao solo, desempenham um papel importante no combate às plantas daninhas em culturas agrônômicas. Um desses efeitos é a alelopatia, que provoca a inibição do desenvolvimento de outras espécies invasoras que competem por recursos. Esse processo ocorre pela liberação de substâncias químicas no solo devido à decomposição do adubo verde proveniente de leguminosas. Além de reduzir a população de plantas infestantes, esse fenômeno promove o controle de nematoides (SCARPIN, 2018).

As leguminosas também atuam como barreira física que dificulta a entrada de luz, interferindo no crescimento de espécies que disputam por nutrientes com a cultura de interesse. A adubação verde serve como proteção e cobertura, além de possibilitar a microbiota do solo, pois diversifica os micro-organismos presentes no meio que irão atuar na disponibilização de nutrientes (BULEGON *et al.*, 2015).

Dentre as leguminosas mais utilizadas como adubo verde, destacam-se o Feijão de porco, Crotalárias, Mucunas, dentre outras. O Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), por exemplo, é uma planta que suporta as adversidades, desde clima árido e seco até regiões com florestas tropicais. O Feijão de Porco tem sido utilizado em diversas regiões por ser rústico, possuir boa tolerância à seca, adaptar-se a solo ácido, salino, mal drenado e de baixa fertilidade. A Mucuna preta (*Mucuna aterrima*) possui um ciclo mais longo, podendo ser viabilizada sua introdução no sistema de cultivo com rotação e sucessão de culturas. A Mucuna preta exige maior permanência na área, o que não seria interessante para o agricultor em decorrência da otimização do espaço, mas pode ser usada em consórcios com culturas semelhantes (PEREIRA, 2015). As Crotalárias, também são muito utilizadas no sistema de adubação verde, sendo importantes na ciclagem de nutrientes no solo, podendo ser cultivadas em sistema com rotação de culturas (ALMEIDA, 2015).

### 3.2.1 Características das principais espécies de leguminosas

- Crotalária júncea (*Crotalaria juncea*)

A Crotalária júncea é uma planta anual, ereta, arbustiva, de crescimento determinado, que se adapta bem a solos de baixa fertilidade, porém é muito sensível ao alumínio. Se destaca por apresentar um maior crescimento inicial se comparada a outras espécies, sendo assim utilizada para o controle de plantas infestantes. A Crotalária dificulta a proliferação de nematoides formadores de galhas (*Meloydogyne* spp.), por ser considerada hospedeira ruim (MAPA, 2007).

A Crotalária júncea pode chegar a fornecer 30 ton/ha de matéria verde ao solo e cerca de 10 a 15 ton/ha de fitomassa seca, disponibilizando 41kg/ha de  $P_2O_5$ , 217kg/ha de  $K_2O$  e 150 a 165kg de N/ha/ano pela FBN (MAPA, 2007).

O aumento de produtividade é observado na rotação de culturas como arroz, feijão, soja, milho, algodão, trigo, fumo e cana-de-açúcar. Além disso, a Crotalária júncea realiza o controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L.), pelo efeito alelopático positivo (MAPA, 2007).

Figura 02: Crotalária Júncea



Fonte: Piraí, 2021

- Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)

O Guandu é uma planta arbustiva considerada uma planta rústica, que se mantém verde o ano todo, tem hábito de crescimento determinado e indeterminado. O Guandu contém um sistema radicular vigoroso, bem desenvolvido em profundidade e tolerante ao alumínio, funcionando como um subsolador natural, descompactando as camadas do solo (MAPA, 2007).

O Guandu tolera vários cortes durante o ano, se se forem realizados até a 50 cm de altura e pode produzir de 8 a 12 ton/ha de biomassa. São disponibilizados, devido à FBN, cerca de 41 a 280 kg/ha/ano de N. A liberação de ácidos pscidicos realizada pelo seu sistema radicular é responsável pela solubilização e disponibilização do P combinado com o Fe, além de gerar efeitos benéficos em sucessão com milho e algodão (MAPA, 2007).

Figura 03: Guandu



Fonte: Piraí, 2021

- Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*)

A Mucuna é uma planta herbácea, anual, que possui ramos trepadores, é considerada uma planta tolerante ao alumínio e uma má hospedeira de nematoides do gênero *meloidogyne*. A Mucuna apresenta efeito alelopático positivo sobre a tiririca (*Cyperus rotundus L.*) e contém capacidade de produzir em torno de 35 ton/ha de biomassa e de 6 a 8 ton/ha de palhada, podendo fixar cerca de 120 a 157 kg/ha/ano de N (MAPA, 2007).

Sua utilização não é recomendada para culturas perenes, como o café ou frutíferas, devido à agressividade apresentada pela Mucuna que tem hábito trepador, podendo comprometer a produtividade da cultura agrônômica de interesse (MAPA, 2007).

Figura 04: Mucuna preta



Fonte: Piraí, 2021

- Feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.)

Espécie anual que contém crescimento inicial lento, raízes bem profundas, o que lhe concede resistência a altas temperaturas e a veranicos, além de serem adaptadas a solos de baixa fertilidade, principalmente em P. Sua utilização não é adequada para áreas que contenham solos contaminados com nematoides formadoras de galhas, devido ao fato de ser a hospedeira que favorece a proliferação desses nematoides (MAPA, 2007).

O Feijão de porco tem a capacidade de produzir em torno de 20 a 25 ton/ha de biomassa e de 5 a 8 ton/ha de palhada, podendo ser fixados de 57 a 190 kg/ha/ano de N devido à FBN (MAPA, 2007).

Figura 05: Feijão-de-porco



Fonte: Piraí, 2021

### 3.3 Utilização de gramíneas como adubo verde

A utilização das gramíneas como adubo verde gera benefícios à fertilidade do solo, pelo fato do sistema radicular das gramíneas introduzir carbono via rizodeposição e morte das raízes, contribuindo assim para o incremento do teor de matéria orgânica do solo (MOS). Isso é desejável por ser a MOS a principal responsável pela capacidade de troca de cátions (CTC) (ALMEIDA *et al.*, 2008).

As espécies de gramíneas podem ser utilizadas como adubo verde quando o solo destinado para a produção contém elevadas quantidades de nitrogênio, pois a palhada produzida tem maior capacidade de promover a imobilização de parte desse nutriente livre. As espécies de gramíneas são capazes de acumular muita matéria verde, mesmo em solo que apresentam baixa fertilidade. Outro benefício gerado é o alto desenvolvimento radicular superficial, o que favorece as atividades de microrganismos (BARRADAS, 2010).

A palhada das gramíneas possui alto valor de carbono e teor de fibra, o que dificulta a decomposição de maneira rápida. Esta característica, dependendo do ponto de vista, é benéfica por auxiliar a permanência da matéria orgânica por mais tempo na superfície do solo, permitindo a ação e alojamento dos microrganismos. No entanto, em contrapartida, diminui a velocidade de decomposição da matéria orgânica, o que atrasa a liberação dos nutrientes para o solo e para as plantas alvo, ou de interesse agrícola (BARRADAS, 2010).

Esse autor ainda alerta sobre o problema das gramíneas se propagarem facilmente por forma vegetativa. Isso pode levar à formação da área com esta espécie que, inicialmente, seria incorporada para auxiliar na estruturação do solo e formação da matéria orgânica (BARRADAS, 2010).

As gramíneas são também recomendadas para a adubação verde quando o objetivo é a manutenção da cobertura do solo. Isso porque apresentam maior volume de raiz, o que melhora a porosidade e agregação do solo. Além disso, a relação C/N mais elevada dessa família implica em maior permanência dos resíduos no solo. Em associação, as gramíneas representam a melhor alternativa na associação com leguminosas comerciais (SAGRILO *et al.*, 2009). Devido à sua lenta decomposição, as gramíneas conferem uma cobertura mais duradoura ao mesmo tempo que amenizam a perda de nitrogênio do solo (LÁZARO, 2013).

A utilização de gramíneas e leguminosas, com diferentes percentuais de carbono e nitrogênio, no rotacionamento de culturas, proporciona de forma significativa

a retenção de carbono e nitrogênio no solo, impactando diretamente no balanço desses elementos (RIBEIRO, 2011).

Segundo Alvarenga et al. (2001), a proporção de nitrogênio a ser utilizada na adubação de cada cultura está vinculada ao tipo de planta de cobertura (gramínea ou leguminosa), que se utiliza no sistema de semeadura direta.

Conforme Arf et al. (1999), verificam-se diversas vantagens da incorporação de gramíneas no solo antes da semeadura do feijão, como por exemplo variabilidade térmica do solo e retenção de umidade. Além disso, a adubação verde proporciona um melhoramento nos fertilizantes minerais, trazendo como resultados a mobilização de nutrientes das camadas mais profundas e, conseqüentemente, disponibilidade de culturas consecutivas.

Segundo Barradas (2010), o milho é um dos representantes da família das gramíneas mais utilizado no sistema de rotação de cultura porque, devido a suas características morfológicas, como sistema radicular superficial. Tais características favorecem o desenvolvimento de microrganismos do solo que exercem competição com outros microrganismos indesejados.

### **3.3.1 Características das principais espécies de gramíneas**

- Milheto (*Pennisetum glaucum*)

O Milheto é uma planta anual de verão que apresenta crescimento ereto, excelente produção de perfilhos, alta resistência à seca e alta adaptabilidade a solos de baixa fertilidade. É uma planta de fácil instalação e necessita de uma quantidade pequena de insumos, por conter um sistema radicular profundo e vigoroso, o que a torna eficiente no uso de água (SARTORI *et al.*, 2011).

Essa forrageira é considerada uma excelente opção para ser utilizada na adubação verde, pois contém alto valor nutritivo e capacidade de produção. Também contribui para o controle de daninhas, devido à competição por recursos hídricos, nutrientes, ao impedimento da incidência de muita luz solar e por apresentar rápido cobrimento do solo (SARTORI *et al.*, 2011).

Figura 05: Milheto



Fonte: Piraí, 2021

- Aveia preta (*A. strigosa Schreb*)

Antecedendo os cultivos de milho e soja, principalmente no sistema de plantio direto, a Aveia preta é uma das espécies mais utilizadas como adubo verde na época de inverno, no Sul do Brasil. As principais vantagens dessa cultura são a facilidade da aquisição de sementes e implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura, decomposição lenta e ciclo adequado. Como planta de cobertura, cobre rapidamente o solo, proporcionando maior proteção, além de melhorar as características físicas e químicas do solo (SARTORI *et al.*, 2011).

Apresenta elevados efeitos supressores alelopáticos sobre muitas invasoras, diminuindo os custos com capina e herbicidas. A biomassa da aveia é rica em nutrientes, especialmente o potássio, o que favorece o solo em programas de rotação de culturas. A Aveia preta pode ser empregada também como regeneradora da sanidade do solo, pois diminui a população de patógenos, além de aumentar o rendimento das culturas de verão (SARTORI *et al.*, 2011).

Figura 05: Aveia preta



Fonte: Pirai, 2021

- *Azevém (Lolium multiflorum)*

O Azevém é uma planta anual, com sistema radicular fasciculado. É considerada uma planta vigorosa e rústica, que supera as demais forrageiras em quantidade de forragem até o final da primavera. O Azevém é a espécie mais utilizada na região Sul por apresentar grande ressemeadura natural, chegando a produzir de 2 a 6 ton/ha de matéria seca (FONTANELI *et al.*, 2012).

Figura 05: Azevém



Fonte: Gemiterra, 2021

### 3.4 Melhorias no perfil do solo

#### 3.4.1 Melhorias físicas

A adubação verde exerce importância na melhoria da textura e estrutura do solo, pois evita a formação de camadas compactadas, contribui para a adição de carbono e nitrogênio ao solo, e causa um aumento considerável na diversidade faunística no

ambiente. Além disso, contribui expressivamente para a melhoria das propriedades e conservação do solo (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012).

A cobertura gerada pelo adubo verde proporciona benefícios para a estrutura do solo como a proteção contra o impacto direto da gota d'água, diminuindo os riscos de erosão, além de aumentar a capacidade de infiltração do solo. A matéria orgânica adicionada ao solo também é capaz de contribuir para a redução da compactação e densidade do solo, gerando melhoria na aeração e drenagem (SOUZA, 2014). Essa cobertura exerce melhoria da textura e estrutura do solo, minimizando a formação de camadas compactadas e dando condições para a adição de carbono e nitrogênio ao solo (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012).

O aumento na densidade da camada subsuperficial é comum nos latossolos brasileiros. O uso inadequado de máquinas e equipamentos agrícolas leva ao aumento na densidade do solo e tem sido apontado como uma das principais causas da deterioração de sua estrutura e do decréscimo da produtividade das culturas (SILVEIRA NETO *et al.*, 2006).

Alves e Suzuki (2004) alertam, em seus trabalhos, que a porosidade, a densidade e a resistência mecânica do solo à penetração de implementos no processo de preparação do solo são expressivamente alteradas devido à presença de plantas de cobertura por melhorarem as propriedades físicas do solo.

A utilização de plantas como forma de cobertura é uma alternativa para o aumento da sustentabilidade dos sistemas agrícolas, devido à capacidade delas em absorver nutrientes liberados pela decomposição dos resíduos provenientes das camadas sub-superficiais do solo (BERNARDES *et al.*, 2010; LEITE *et al.*, 2010). Tais plantas podem gerar quantidades de matéria seca (MS) suficientes para manter o solo coberto, aumentar o teor de matéria orgânica e diminuir a evapotranspiração (GIONGO *et al.*, 2011).

O sistema radicular das plantas utilizadas na adubação verde, ao penetrarem nas camadas compactadas do solo, formam desagregados de partículas. Com a decomposição da biomassa, são formados canais que contribuem para a infiltração de água e difusão de gases, melhorando a qualidade física do solo (FOLONI *et al.*, 2006).

Outra importância da biomassa microbiana, confirmada por Lourente *et al.* (2011) em relação aos atributos físicos do solo, se refere à colonização e à decomposição da matéria orgânica do solo, pela ação dos microrganismos, contribuindo para a estabilidade de agregados dos solos.

De acordo com o tipo de manejo a que o solo está sendo submetido, os atributos físicos como densidade e espaço poroso podem ser utilizados como indicadores de qualidade. Com o transcorrer do tempo e uma avaliação constante, é possível monitorar a eficiência ou não deste tipo de manuseio (SECCO *et al.*, 2005).

### 3.4.2 Melhorias químicas

A utilização de adubos verdes geralmente é feita em áreas de baixa fertilidade, onde os solos são em sua maioria degradados. Por essa razão, os adubos verdes utilizados necessitam ter uma excelente eficiência nutricional (ROZANE *et al.*, 2007).

Os adubos verdes possuem excelente eficácia na absorção de nutrientes. O uso de leguminosas como adubo verde se destaca de forma mais expressiva, pois contribui para uma alta taxa de reciclagem de nutrientes, que incluem melhoria na eficiência e recuperação de solos em áreas de baixa fertilidade. Além disso, o uso delas propicia a recuperação de nutrientes lixiviados para as camadas subsuperficiais como o potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio na forma de nitrato ( $\text{No}^{3-}$ ), além de elementos pouco móveis e que apresentam dificuldade em fixar-se junto ao colóides do solo como fósforo (P) e o molibdênio (Mo) (SILVA *et al.*, 2002).

O nitrogênio é um elemento fundamental muito exigido pelas culturas em geral, demandando assim um alto investimento e uso de produtos de fontes industriais. Para suprir essa demanda, ocorre grande uso de matérias-primas não renováveis, associado ao alto custo para os produtores. A utilização de plantas fixadoras de Nitrogênio atmosférico na adubação verde se torna fundamental de acordo com ponto de vista ambiental, revertendo-se em economia e ganhos de produtividade para os produtores rurais (LÁZARO *et al.*, 2013).

O fósforo é considerado um nutriente limitante para a produção de culturas de interesse agrícola, por ser pouco móvel e dificilmente lixiviado no solo. Sua disponibilização se dá principalmente por associação da raiz com fungos micorrízicos. A falta de fósforo no meio de produção afeta o desenvolvimento das plantas devido à sua atuação na fotossíntese, na respiração, armazenamento e transferência de energia (ALFAIA; UGUEN, 2013).

A recuperação da fertilidade do solo, especialmente para o P, tem um custo muito alto. Por essa razão, é necessário encontrar alternativas de menor custo para recuperação da fertilidade-P. O uso da adubação verde é uma alternativa para incorporar

P ao solo e diminuir custos com adubação. Com a utilização de adubos verdes para melhorar a eficiência da fosfatagem, ocorre uma potencialização na solubilização de fontes de P pouco solúveis (POTT; MULLER; BERTELLI, 2007).

O potássio é o segundo nutriente exigido em maiores quantidades, sendo relevante para a formação de ramos e produção de frutos. É disponibilizado em sua forma catiônica e muito importante em processos fisiológicos vegetais (ALFAIA; UGUEN, 2013).

Contudo, o maior benefício notório da utilização da adubação verde é a incorporação de N da atmosfera devido à simbiose com as bactérias do gênero *Rhizobium*, que efetuam a fixação biológica de nitrogênio da atmosfera (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A decomposição da matéria gerada pelo corte do adubo verde supre grande parte da demanda dos componentes essenciais à planta, exigidos em maiores proporções. Dentre esses, se encontram os nutrientes citados acima (SILVA *et al.*, 2002).

O uso da adubação verde reduz os gastos oriundos de adubos químicos, ocasionando vários benefícios e reduzindo o custo de produção do agricultor (RODRIGUES *et al.*, 2007).

### **3.4.3 Melhorias biológicas**

Os microrganismos são os principais agentes de decomposição e mineralização de resíduos vegetais e animais do solo. Assim, um dos indicadores da qualidade biológica do solo é a atividade enzimática microbiana, tendo em vista que os microrganismos ali existentes são de vital importância para a decomposição da matéria verde, bem como para as transformações químicas e físicas que ocorrem no solo e, conseqüentemente, para o fornecimento de nutrientes para as plantas através da decomposição do material fornecido pela adubação verde (RIBEIRO, 2008).

Depois que a decomposição do adubo verde provoca melhoria nas propriedades biológicas do solo, o aumento da atividade de microrganismos é observado, dentre eles as micorrizas e bactérias do gênero *Rhizobium* (FERREIRA, 2012).

Os microrganismos presentes no solo são os principais agentes de decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e animais. A atividade enzimática é um dos indicadores da qualidade biológica no sistema de produção. Sendo os

microrganismos importantes para a decomposição, o aumento da atividade biológica, causada pela prática da adubação verde, estabelece função importante nas transformações químicas e físicas e também na melhoria do fornecimento de nutrientes para as plantas (RIBEIRO, 2008).

Certas bactérias transformam o nitrogênio atmosférico em amônio, formando associação simbiótica com plantas superiores. A simbiose realizada por esses organismos abastece a planta com nitrogênio fixado e, em troca, eles recebem carboidratos e nutrientes. Essa interação ocorre com mais frequência entre membros da família *Leguminosae* e bactérias do solo chamadas de rizóbios, que incluem representantes do gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Photorhizobium* (RIBEIRO, 2008).

Segundo Moreira e Malavolta (2004), os microrganismos são reconhecidos por sua habilidade em promover transformações bioquímicas dos nutrientes e por sua importância em prover os elementos nutritivos de interesse às plantas, principalmente (N, P, S, Zn e Cu).

### **3.5 Adição de matéria orgânica ao solo**

Os solos dispostos para a agricultura em nosso país, na maioria tropicais, têm concentrações em torno de 5% de sua estrutura composta por matéria orgânica formada principalmente pela ação dos microrganismos. O baixo teor de MOS ocorre pela decomposição rápida ocasionada pela elevada ação desses agentes, provenientes das altas temperaturas no sistema. Para minimizar este efeito negativo, a utilização de adubos verdes e realização de plantio direto sobre a palha conseguem manter a biota do solo e reduzir as perdas decorrentes do manejo insustentável (WIDMER, 2012).

O clima tropical, em nosso país, proporciona uma alta taxa de ação metabólica dos microrganismos. Com isso, a capacidade de troca catiônica (CTC) nos solos, que possuem matéria orgânica, pode representar a maior parte da CTC total do solo (MAYER, 2009).

A incorporação da matéria orgânica ao solo apresenta diversas vantagens, como a estabilização dos agregados do solo, sua estruturação, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, aumento na capacidade de troca catiônica (CTC), aumento da atividade biológica, disponibilização de nutrientes e liberação de gases para atmosfera, dentre eles o gás carbônico (MIELNICZUK, 2008).

A adubação verde tem sido uma ferramenta imprescindível para fornecer quantidades significativas de C ao solo, além de viabilizar a ciclagem de nutrientes no solo (RIBEIRO, 2018). Com o aumento do acúmulo de matéria orgânica (MO) no solo, devido à deposição de biomassa vegetal, tem-se um considerável aumento nos estoques de C no solo. Isso exige que seja mais rápida a deposição de biomassa do que a perda devido à decomposição, que ocorre por meio da respiração heterotrófica (McCOURTY *et al.*, 2018).

As gramíneas possuem uma relação C/N muito alta, tornando assim a decomposição deste material mais lenta. Já as leguminosas possuem relação C/N mais baixa e decomposição mais rápida. Assim, a utilização desses dois materiais juntos pode ocorrer pois, devido à taxa de decomposição ser diferente, torna-se possível a manutenção da palhada por um maior espaço de tempo (ZHAO *et al.*, 2014).

#### **4 METODOLOGIA**

A investigação científica fundamenta-se na lógica da metodologia empírica (POPPER, 2003), pois é vista como um procedimento sistemático e reflexivo que objetiva a aquisição do conhecimento através da descoberta de fatos (COLLIS; HUSSEY, 2005). Entretanto, para obter prestígio e confiabilidade com este processo, é preciso a adoção de um método de pesquisa correto, que contemple, da melhor forma possível, o problema investigado (VERA, 1980). Deste modo, a metodologia das pesquisas científicas pode ser classificada e definida conforme sua abordagem, finalidade e procedimentos técnicos empregados (GIL, 2010; VERGARA, 2006).

Nesta seção, estão descritos os procedimentos metodológicos utilizados para a realização deste trabalho. Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que é considerada base para as demais. A pesquisa bibliográfica se utiliza de dados que já receberam tratamento analítico, ou seja, é baseada em material (artigos científicos, livros e entre outros) já publicado (GIL, 2010). Para Fonseca (2002, p. 32) “a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos”.

Quanto aos fins, segundo a classificação de Vergara (2013), uma pesquisa pode ser considerada como exploratória. De acordo com Gil (2017), as pesquisas exploratórias são mais flexíveis em seu planejamento, pois pretendem observar e compreender os mais variados aspectos relativos ao fenômeno estudado pelo pesquisador. As pesquisas exploratórias mais comumente utilizadas são as que realizam

levantamentos bibliográficos. Contudo, em algum momento, a grande maioria das pesquisas científicas passa por essa etapa exploratória, visto que o pesquisador busca familiarizar-se com o fenômeno que pretende estudar (GIL, 2017).

Quanto à abordagem uma pesquisa se classifica como qualitativa, quando está fundamentada principalmente em análises qualitativas, caracterizando-se, em princípio, pela não utilização de instrumental estatístico na análise dos dados (VIERA; ZOUAIN, 2006; BARDIN, 2011). Não há uma preocupação com medidas, quantificações ou técnicas estatísticas de qualquer natureza. Busca-se compreender, com base em dados qualificáveis, a realidade de determinados fenômenos a partir da percepção dos diversos atores sociais (CERVO; BERVIAN, 2002).

De acordo com Richardson (1999), os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, assim como compreender e classificar processos dinâmicos (SKINNER; TAGG; HOLLOWAY, 2000). Normalmente, são implementadas técnicas de coleta, codificação e análise de dados, que têm como meta gerar resultados a partir dos significados dos fenômenos estudados, sem a manifestação de preocupações com a frequência com que os fenômenos se repetem no contexto do estudo. O enfoque qualitativo caracteriza-se pelo fato do pesquisador ser o instrumento-chave, o ambiente ser considerado fonte direta dos dados e não requerer o uso de técnicas e métodos estatísticos (GODOY, 1995). Também possui caráter descritivo, cujo foco não consiste na abordagem, mas sim no processo e seu significado, ou seja, o principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo (SILVA; MENEZES, 2005).

A partir da revisão feita, foi possível determinar o assunto a ser tratado no exposto trabalho, que foca nos assuntos que já foram estudados na literatura e naqueles que ainda necessitam de pesquisa. O problema pôde ser identificado a partir de recomendações apontadas nas pesquisas de outros autores. Com o uso de vários pontos de vistas explorados pelos autores utilizados, foi possível determinar os resultados para os problemas e hipóteses citados, assim chegando a um resultado adequado para a proposta deste trabalho.

O objetivo desta revisão de literatura foi o de evidenciar a literatura de autores sobre a utilização das famílias das gramíneas e das leguminosas na adubação verde e os benefícios gerados pelo acréscimo da biomassa gerada pelo mesmo ao perfil dos solos brasileiros.

A busca foi embasada em alguns critérios de seleção de artigos e publicações nos quais o tema tratado devia estar de acordo com os requisitos do tema deste trabalho. Foram incluídos artigos de publicação dos últimos 10 anos, evidenciando algumas exceções, nas quais a base dos artigos não pôde ser atual. As buscas foram realizadas em cinco bases de dados bibliográficas: PubMed, Web of Science, Scielo, Scopus e Google Scholar.

Como filtro de busca, foram considerados os artigos escritos nos idiomas português e inglês, cujos títulos ou resumo continham uma ou mais das seguintes palavras-chave: adubação verde, agricultura sustentável, leguminosas, gramíneas, conservação, biomassa verde e matéria orgânica, pois entende-se que o título e o resumo dos textos pesquisados apresentam as características do estudo, descrevendo se é pertinente ou não ao tema pesquisado. Foram selecionados os artigos com essas características publicados a partir de abril de 2010.

Em algumas bases científicas, houve problemas e diferenças nos processos de indexação nas bases de dados bibliográficas. Por essa razão, optou-se pela busca por termos livres, sem o uso das palavras-chave (descritores) citadas acima. Com essa estratégia, houve uma recuperação de um número maior de referências, garantindo a detecção da maioria dos trabalhos publicados dentro dos critérios pré-estabelecidos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Na avaliação de famílias utilizadas como adubos verdes para a recuperação de áreas degradadas, as leguminosas foram as que mais se destacaram, devido a uma maior gama de benefícios gerados ao solo e aos microrganismos presentes no solo. As leguminosas são consideradas plantas rústicas e indicadas para este processo, pois possuem alto aporte de biomassa (SOUZA *et al.*, 2012).

Por outro lado, as gramíneas foram indicadas para melhorias de atributos no solo, pois a utilização desse adubo verde causa melhoria nas estruturas do perfil do solo o que impede ou minimiza a erosão, a perda da camada superficial causada pelo impacto das gotas de chuva e a capacidade de infiltração da água, além da conservação da umidade (FERREIRA, SOUZA e CHAVES, 2012).

Segundo Zhao *et al.* (2014), a utilização de gramíneas e leguminosas simultaneamente é uma solução viável e interessante. A contribuição destas duas famílias de plantas ao solo, como adubo verde, está relacionada à capacidade delas de

melhorar a estrutura do solo, devido às diferentes relações de C/N e suas respectivas velocidades de decomposição.

As melhorias geradas nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo são evidenciadas pelo uso da adubação verde. Entre elas estão o acúmulo de matéria orgânica superficial, a estabilização dos agregados do solo, sua estrutura, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, aumento na capacidade de troca catiônica (CTC), aumento da atividade biológica, disponibilização de nutrientes e liberação de gases para atmosfera, dentre eles o gás carbônico (MIELNICZUK, 2008).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de adubação verde gera benefícios ao solo, além de ajudar na conservação dos recursos dispostos para produção agrícola.

A biomassa gerada pelas diferentes espécies utilizadas como adubo verde pode acarretar diferentes benefícios ao perfil do solo devido às suas particularidades. Algumas dessas particularidades são a relação C/N, a reciclagem de nutrientes, deposição de matéria orgânica e a simbiose com microrganismos. As onde as leguminosas se destacam em aspectos como a deposição e reciclagem de nutrientes, além do acréscimo de Nitrogênio ao solo devido à fixação biológica de nutrientes. As gramíneas se destacam em relação à conservação dos solos devido à alta relação C/N. Além disso, possuem alto aporte de matéria orgânica e ajudam na recuperação de áreas degradadas.

Portanto, dependendo da necessidade que o solo apresenta, e das melhorias que se fazem necessárias, física, química ou biológica, podem ser utilizadas gramíneas, leguminosas ou ambas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAIA, S. S.; UGUEN, K. Fertilidade e manejo do solo. In: MOREIRA, F.M.S.; CARES, J.E.; ZANETTI, R.; STURMER, S.L. 2013. **O ecossistema solo**. Ed. UFLA. Lavras - MG. 352p. 2013.

ALMEIDA, V. P.; ALVES, M. C.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1227-1237, 2008.

ALMEIDA, S. N. C. **Cultivo sustentável de quiabo utilizando diferentes espécies vegetais como cobertura do solo em sistema de plantio direto**. Tese (Doutorado) Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte. Campo do Goytacazes - RJ. 2015.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte - MG. v.22, n.208, p.25-36, 2001

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá - PR, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2004.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E. A.; MURAOKA, T.; GUIRADO, N.; ROSSI, F. Nitrogen supply to maize from sunn hemp and velvet bean green manures. **Scientia Agricola**. 66: 386-394, 2009.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO G. M. B.; SCHAMMASS, L. A.; MURAOKA, T.; ROSSI, F. 15N-labeled nitrogen from green manure and ammonium sulfate utilization by the sugarcane ratoon. **Scientia Agricola**. v.68, n.3, p.361-368. 2011.

ARF, O.; SILVA, L. S.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Agropec**, v.34, n.11, p.2029-2036, 1999.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRADAS, C. A. A.; Adubação verde. **Manual Técnico**, 25. Niterói - RJ, p. 10, 2010.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia - GO, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.

BULEGON, L. G. Alelopatia de espécies forrageiras sobre a germinação e atividade de peroxidase em alface. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**. Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus de Marechal Cândido Rondon. 2015.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro - RJ. 2.ed. Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, p.1-55. 1993.

CARDOSO, R. A.; BENTO A. S.; MORESKI, H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura da soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014.

CERVO, A. L.; BERVIAN, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

CERQUEIRA, D. C. O. **Caracterização de leguminosas para adubação verde de canaviais em solo de tabuleiro costeiro, Penedo, Alagoas**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Alagoas Centro de Ciências Agrárias – Agronomia. Rio Largo - AL. 2011.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em Administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

EMBRAPA; FILHO O. F. L.; AMBROSANO E. J.; ROSSI F.; CARLOS J. A. D. Adubação verde de plantas de cobertura no Brasil. **Fundamentos e práticas**. v.2, N.14, p.21, 2014.

EMBRAPA. Adubação verde. **Embrapa Agroecologia**. Seropédica - RJ, 2011.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável**, n. 18, p. 442-445, 2005.

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 641-648, 2004.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P.; CHAVES, A. F. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. **Revista Verde**, Mossoró - RN, v. 7, n. 1, p. 33-38, 2012.

FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BULL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa - MG. v.30, n.1, p.49-57. 2006.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; DÜRR, J. W. Qualidade e Valor Nutritivo de Forragem. In: Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-brasileira. Brasília: Embrapa Trigo, 2012.p. 27- 129.

GEMITERRA. Azevém. Disponível em: [Azevém \(germiterra.com\)](http://germiterra.com). Acesso em: 10 maio 2021.

GIL, C. A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ª ed. São Paulo, Atlas, 2017.

- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza - CE. v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.
- GODOY, A. S. A pesquisa qualitativa e sua utilização em administração de empresas. *Revista de Administração de Empresas*. **São Paulo**, v. 35, n. 4, p.65-71, jul./ago. 1995.
- KRUGER. Nódulos Rhizobium. 2018. Disponível em: [Plant-Rhizobia\(krugerseed.com\)](http://Plant-Rhizobia(krugerseed.com)). Acesso em: 09 maio 2021.
- LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M.; JUNIOR, J. B. D. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesq. Agropec. Trop.** v. 43, n. 1, p. 10-17, Goiânia – GO. 2013.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica**. 2. ed. ver. ampl. São Paulo: Atlas, 1991.
- LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza - CE. v. 41, n. 1, p. 29-35. 2010.
- LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia - GO. v. 41, n. 1, p. 20- 28, jan./mar. 2011.
- MAPA; WUTKE, E. B.; AMBROSANO, E. J.; RAZERA, L.F.; MEDINA, P. F.; CARVALHO, L. H.; KIKUTI, H. Banco comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília – DF. P. 52, 2007.
- MAYER, P. H. **Fertilidade do sistema agrícola: Estudo em três comunidades da região metropolitana de Curitiba – PR**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba - PR. 2009.
- MCCOURTY, N. A.; GYAWALI, A. J.; STEWART, R. D. Of macropores and tillage: influence of biomass incorporation on cover crop decomposition and soil respiration. **Soil Use and Management**. v.34, n.1, p.101-110. 2018.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS G.A et al. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. rev e atual. Porto Alegre, RS. p. 1-4. 2008.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília - DF. v. 39, n. 11, p. 1103-1110, nov. 2004.

OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. Sistema de Santa Brígida - Tecnologia Embrapa: Consorciação de milho com leguminosas. **Circular técnica**. Santa Antônio de Goiás - GO. 2010.

PEREIRA, A. P. **Espécies vegetais potenciais para adubação verde**. Cruz Alta - Rio Grande do Sul. 2015.

PIRAÍ. Sementes para adubação verde. Disponível em: [Adubação Verde \(pirai.com.br\)](http://adubacao-verde.pirai.com.br). Acesso em: 09 maio 2021.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. 10 ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

POTT, C. A.; MULLER, M. M. L.; BERTELLI, P. B. Adubação verde como alternativa para recuperação da fertilidade do solo. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava – PR. v. 3, n. 1. 2007.

REHAGRO. Adubação verde: benefícios na produção sustentável de alimentos, 2018. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/adubacao-verde-beneficios/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

RIBEIRO, E. de B. **Dinâmica da matéria orgânica e fluxos de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> em solo sob cultivo de mangueira associado com adubação verde no semiárido**. UNIVASF. Juazeiro – BA, 2018.

RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. V. M.; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, C. A. S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**. v.6, n.1, p. 43 - 50 Mossoró – RN, 2011.

RIBEIRO, T. de S. **Influência da adubação verde sobre o crescimento e nutrição de gravioleira e mangueira e sobre a atividade microbiana do solo**. Dissertação (Mestrado) Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte - UENF. Campos dos Goytacazes – RJ. 2008.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; NETO, E. B.; COSTA, R. N. T.; PEDROSA, E. M. R.; ROZANE, D. E.; PRADO, R. de M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivadas em soluções nutritivas. **Revista Ciência Agrotécnica**. v.31, n.4, p. 1020-1026. 2007.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v.29, p.371-376, 2007.

SAGRILO, E.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S., LIMA, F. L. **Manejo Agroecológico do Solo: os Benefícios da Adubação Verde**. Teresina - PI. Embrapa Meio-Norte. p. 24. 2009.

SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. da S.; SCUR, L.; PANSERA, M. R.; RUPP, L. C. D.; VENTURIN, L. **Cartilha para agricultores: Adubação verde e compostagem**:

**Estratégias de manejo do solo para conservação das águas.** Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS: Educs, p. 15, 2011.

SCARPIN, J. Qual a melhor leguminosa para fazer sua adubação verde, 2018. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/leguminosa-adubacao-verde/>. Acesso em: 22 abril 2021.

SECCO, D.; ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um latossolo vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa - MG. v. 29, n. 3, p. 407-414, 2005.

SILVA, J. A. A. da; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPINATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-‘pêra’. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Jaboticabal- SP. v.24, n.1, p.225-230, abril de 2002.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. Florianópolis, 2005.

SILVEIRA NETO, A. N.; SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; OLIVEIRA, L. F. C. Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** Goiânia - GO. v. 36, n. 1, p. 29-35, jan./abr. 2006.

SKINNER, D.; TAGG, C.; HOLLOWAY, J. Managers and research: the pros and cons of qualitative approaches. **Management Learning,** v. 31, n. 2, p. 163-179, 2000.

SOUZA, B. J. **Adubação verde: Uso por agricultores agroecológicos e o efeito residual no solo.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa (UFV) Viçosa – MG, 2014.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas.** UFV - Viçosa - MG: Ed. 108 p. 2012.

VERA, A. **Metodologia da pesquisa científica.** Porto Alegre: Globo, 1980.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração.** São Paulo: Atlas, 2013.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2006.

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração.** 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

WIDMER; L. **Fertilidade do Agroecossistema – Estudo sobre a aplicação antecipada da adubação orgânica sobre plantas de cobertura para o cultivo do milho.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis - SC. 2012.

ZHAO, J.; WANG, X.; FU, S. Legume-soil interactions: legume addition enhances the complexity of the soil food web. **Plant and soil.** v.385, n.1-2, p.273-286, 2014.