



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS**  
**CAMPUS DE ARAUGUAÍNA**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**LAYSA FONTES MOURA**

**ADUBAÇÃO VERDE UTILIZADA NA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DO  
MILHETO CULTIVADA NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA**

**ARAGUAÍNA (TO)**

**2023**

LAYSA FONTES MOURA

ADUBAÇÃO VERDE UTILIZADA NA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DO MILHETO  
CULTIVADA NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
UFNT – Universidade Federal do Norte Do  
Tocantins – Campus Universitário de  
Araguaína para obtenção do Título de Bacharel  
em Zootecnia, sob orientação do Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>.  
Susana Queiroz Santos Mello.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Susana Queiroz Santos  
Mello

ARAGUAÍNA (TO)

2023

LAYSA FONTES MOURA

ADUBAÇÃO VERDE UTILIZADA NA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DO MILHETO  
CULTIVADA NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte Do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em sua forma final pelo Orientador (a) e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação:05/07/2023

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente  
SUSANA QUEIROZ SANTOS MELLO  
Data: 13/07/2023 01:22:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Susana Queiroz Santos Mello. Orientadora, UFNT



Documento assinado digitalmente  
ELCIVAN BENTO DA NOBREGA  
Data: 13/07/2023 09:16:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.Dr. Elcivan Bento da Nobrega Examinador, UFNT



Documento assinado digitalmente  
JOAO VIDAL DE NEGREIROS NETO  
Data: 13/07/2023 09:40:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. João Vidal de Negreiros Neto, Examinador, UFNT

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- M929a    Moura, Laysa Fontes.  
          ADUBAÇÃO VERDE UTILIZADA NA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA  
          DO MILHETO CULTIVADA NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA. /  
          Laysa Fontes Moura. – Araguaína, TO, 2023.  
          36 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2023.  
Orientadora : Susana Queiroz Santos Mello
1. Forrageira. 2. Glicícidia. 3. Leucena. 4. Produção sustentável. I. Título

**CDD 636**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Dedico este trabalho aos meus pais, vocês são minha estrutura, dedicação e vivacidade, o meu impulso para subsistir.

## AGRADECIMENTOS

Em primeira instância, a Deus, o meu refúgio e misericórdia, por sempre me fortalecer, abrir caminhos, abençoar meus dias, não me deixando fatigar-me.

Agradeço aos meus Pais, Íris Lúcia Rodrigues Moura e José Ronaldo Fontes Moura, por não medirem esforços para conclusão do meu trabalho, por toda confiança, admiração e cuidado, por se dedicarem e serem meu acalento, espero retribuir todo empenho depositado em mim, vocês são minha inspiração, e os melhores pais do mundo, lhes dedico todo meu amor e essa conquista.

A docente Dr<sup>a</sup>. Susana Queiroz Santos Mello, pela oportunidade e por seguir com maestria os parâmetros de orientadora, dando-me perspectivas, disponibilidade, incentivo e direcionamento na finalidade deste trabalho.

Aos meus irmãos, Lívia Layne Fontes, Ronald Moura e Richard Moura, por sempre acreditarem em mim e me apoiarem, sendo meu suporte de chegada.

Aos meus sobrinhos, José Antony, Yan Ravi e Maria Clara, por serem as minhas motivações para alcance dos meus objetivos.

A minha Avó, Maria Rodrigues, por me tornar uma pessoa forte para as adversidades e ser um dos meus maiores incentivos.

Ao meu amigo, Dailson Pereira, por todo acolhimento, por sempre manter-se disponível, me impulsionando em todas oscilações.

Agradeço aos meus amigos e irmãos de Universidade, Mayron dos Santos e Marcos Vinicius Rocha, pelo suporte, e por estarem ao meu lado em todas circunstâncias possíveis.

Ao Zootecnista Edelson Souza, por todo apoio, conselhos e disposição em me auxiliar em todas as fases do meu processo experimental.

Ao técnico de Laboratório Lucas Sirqueira, por toda paciência em seu profissionalismo e fornecimento de informações técnicas para realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Norte do Tocantins, por conceder recursos e singularidades para minha graduação.

A todo corpo docente do colegiado de Zootecnia, por fornecerem instrumentos necessários para minha formação, com toda sua essencialidade profissional aplicada.

Agradeço a todas as pessoas que participaram dessa caminhada de alguma forma, vocês fizeram o diferencial na minha realização.

## RESUMO

Desde os primórdios a agricultura brasileira é caracterizada como incipiente, devido ao estilo de vida predatório através de ações irrefutáveis advindas do homem, a busca de matéria prima, uso dos solos de forma extrativista, resguardando práticas que são inviáveis para produção forrageira e conseqüentemente desenvolvimento agropecuário. Nesse sentido, o crescimento exacerbado de práticas agrícolas inadequadas nos solos brasileiros, intensifica de diversas maneiras a degradação do solo, baixa fertilidade, não sendo diferente na região de transição dos biomas Cerrado e Amazônia. Desse modo, tem-se buscado alternativas que visam um modelo de produção mais sustentável. Diante dos fatos, objetivou-se com este trabalho estudar atributos agronômicos e indicadores de saúde do solo em sistema agroecológico cultivado com a cultura do milho submetida a adubação verde na região norte do Estado do Tocantins. O trabalho foi realizado nas dependências do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Norte do Tocantins (CCA/UFNT) localizada no Município de Araguaína - TO. O estudo se deu por meio de avaliações das características agronômicas da cultura do milho destinada a alimentação animal em estrutura experimental delineada em blocos casualizados com dois tratamentos (espécie de gliricídia e leucena), uma testemunha sem fornecimento de adubação orgânica e quatro repetições. Em primeiro âmbito, na área experimental foi realizada a coleta de solo para caracterização química e correção conforme resultados, e na seqüência, a colheita das leguminosas que foram cortadas, depositadas e/ou incorporadas ao solo. Após um período de atividade da matéria orgânica em torno de quinze dias, ocorreu a semeadura da cultura do milho para avaliações, quanto as características agronômicas como a altura, número de plantas, diâmetro do colmo, diâmetro de panícula, comprimento de panícula, comprimento de entre nó, produção por área, relação caule/folha/panícula dentre outras. Realizando também avaliações de monitoramento dos atributos biológicos, físicos e químicos do solo durante a experimentação. Com isso, identificou-se a evolução na microbiota do solo, assim também como os índices de umidade e respiração que são indispensáveis no estabelecimento de uma cultura. A adubação com a Gliricídia se destacou quando relacionada aos atributos agronômicos da cultura, ocasionando maiores resultados para a maior parte das avaliações, exceto porcentagem de panícula e matéria morta.

**Palavras-Chave:** Forrageira. Gliricídia. Leucena. Produção sustentável

## ABSTRACT

Since the beginning, Brazilian agriculture has been characterized as incipient, due to the predatory lifestyle through irrefutable actions arising from man, the search for raw materials, use of soil in an extractive way, safeguarding practices that are unfeasible for forage production and consequently agricultural development . In this sense, the exacerbated growth of inappropriate agricultural practices in Brazilian soils, in many ways intensifies soil degradation, low fertility, not being different in the transition region of the Cerrado and Amazon biomes. Thus, alternatives have been sought that aim at a more sustainable production model. Given the facts, the objective of this work was to study agronomic attributes and soil health indicators in an agroecological system cultivated with millet culture subjected to green manure in the northern region of the State of Tocantins. The work was carried out on the premises of the Center for Agricultural Sciences of the Federal University of Norte do Tocantins (CCA/UFNT) located in the municipality of Araguaína - TO. The study was carried out through evaluations of the agronomic characteristics of the millet crop intended for animal feed in an experimental structure designed in randomized blocks with two treatments (species of gliricidia and leucaena), a control without supply of organic fertilizer and four replications. Firstly, in the experimental area, soil was collected for chemical characterization and correction according to the results, followed by the harvesting of legumes that were cut, deposited and/or incorporated into the soil. After a period of organic matter activity of around fifteen days, the millet culture was sown for evaluations, regarding the agronomic characteristics such as height, number of plants, stem diameter, panicle diameter, panicle length, length of between node, production per area, stem/leaf/panicle ratio, among others. Also carrying out monitoring evaluations of the biological, physical and chemical attributes of the soil during experimentation. With this, the evolution of the soil microbiota was identified, as well as the humidity and respiration indexes that are indispensable in the establishment of a culture. Fertilization with Gliricidia stood out when related to the agronomic attributes of the crop, resulting in better results for most of the evaluations, except percentage of panicle and dead matter.

**Keywords:** Forage. gliricidia. leucaena. sustainable production



## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

<b>Figura 1.</b> Dados meteorológicos coletados na estação meteorológica do CCA/UFNT em Araguaína -TO.....	21
<b>Figura 2.</b> Aplicação de calcário (A) e de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	22
<b>Figura 3.</b> Distribuição de Gliricídia (A) e Leucena (B).....	22
<b>Figura 4.</b> Semeadura (A) e colheita (B) do milheto. ....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Atributos agronômicos da cultura do sorgo submetida a fontes de adubação verde. .....	25
<b>Tabela 2.</b> Porcentagem de folha (FO), colmo (CL), panícula (PN), matéria morta (MM) e produção de matéria seca (PMS) em t ha <sup>-1</sup> . ....	26
<b>Tabela 3.</b> Umidade (U) do solo (%) em função da adubação verde e da fase da cultura do sorgo. .....	27
<b>Tabela 4.</b> Respiração basal (RB) no solo sob cultivo do sorgo submetido a adubação verde.	28
<b>Tabela 5.</b> Temperatura do solo (°C) sob cultivo do sorgo submetido a adubação verde. ....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>3.OBJETIVOS GERAIS</b> .....	14
<b>3.1 Objetivos específicos</b> .....	14
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>4.1 Produção de forragem</b> .....	15
4.1.1 Cultura do Milheto .....	16
4.1.2 Produção de Forragem em sistema agroecológico .....	17
4.1.3 Adubação orgânica .....	17
4.1.4 Adubação verde com Gliricídia e Leucena.....	18
4.1.5 Indicadores de saúde do solo .....	19
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	21
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	25
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
<b>8. CONCLUSÃO</b> .....	29
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30

## 1 INTRODUÇÃO

É incontrovertível o crescimento exacerbado dos impactos ambientais em várias regiões Brasileiras, inclusive na região de transição dos biomas Cerrado e Amazônia, devido ao estilo de vida predatório através de ações irrefutáveis advinda do homem, a busca de matéria prima, uso dos solos de forma extrativista, fatores esses que rompem a cadeia estrutural do meio ambiente, causando desordem relacionadas aos efeitos negativos. No âmbito agropecuário, tornaram-se consecutivos os questionamentos no que tange o modelo de desenvolvimento vigente. Desse modo, processos degradativos instalados em grande parte dos solos brasileiros, e prevenções de degradações em novas áreas, têm abordado o uso de práticas sustentáveis (ALCÂNTARA et al., 2000). Por conseguinte, despertou-se a preocupação com a sustentabilidade, para recuperar terras degradadas. Assim, frente aos impactos negativos surgiram movimentos que determinam uma produção agropecuária menos agressiva ao meio ambiente, capaz de proteger os recursos naturais, viabilizando sustentabilidade ambiental e socioeconômica (FRANCIS; WEZEL, 2015).

Nesse sentido, a conservação dos recursos naturais, manutenção da qualidade ambiental e da paisagem de determinada região são atributos da Agroecologia que juntamente com a biologia, compartilham o interesse no conhecimento das interações entre solo, plantas e animais com intuito de conciliar a produção agrícola com conservação de ecossistemas locais remanescentes. Outrossim, destaca-se que é um instrumento com bases científicas na implementação de estratégias para uma agricultura sustentável por meio do cultivo de culturas como das forrageiras. Essas são as principais fontes de nutrientes destinadas a alimentação de ruminantes, entre elas o milheto.

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é de extrema importância para o agronegócio devido suas características agrônômicas, possui versatilidade, boa produção de grãos, tolerância a estresse hídrico, altas temperaturas e adaptado a solos de baixa fertilidade como de algumas regiões áridas e semiáridas, sendo uma boa escolha de forrageira na alimentação animal por seu alto potencial produtivo.

A produção de forragem em sistema agroecológico pode ser entendida por práticas como as de caráter vegetativo. De maneira análoga, compreende-se essa adubação ao manejo recomendado no cultivo ou emprego de determinadas espécies de plantas atribuídas a produção de massa vegetal tornando o solo mais fértil e produtivo. Sob este ângulo, é apontada como método capaz de cooperar para sustentabilidade da agricultura, visando o uso de plantas de cobertura em sucessão, rotação ou em consórcio com culturas, ou após o corte serem

adicionadas ao solo, para incremento e manutenção do teor de matéria orgânica objetivando melhorar atributos físicos, químicos e biológicos em seu perfil (CARVALHO et al., 2014).

Diante disso, existem diversos efeitos relativos à adubação verde na fertilidade do solo, como o aumento do teor de matéria orgânica, maior disponibilidade de nutrientes, maior capacidade de troca catiônica efetiva, redução dos efeitos da acidez no solo, diminuição de teores de alumínio, capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes, variáveis em função da espécie vegetal utilizada, entre outros fatores (ALCÂNTARA et al., 2000).

A escolha da espécie a ser utilizada na adubação verde, será dependente do período do cultivo, assim como dos objetivos desejados no ambiente de produção. Entre as várias espécies que podem ser cultivadas como adubo verde, destaca-se as leguminosas que possuem habilidade de acumular nitrogênio (N) por meio da fixação biológica (SILVA et al., 2009). Essa espécie é priorizada devido a formação de matéria orgânica do solo em virtude da grande massa produzida por unidade de área, sua riqueza em elementos minerais, entre outras condições. Diversas são as leguminosas a serem utilizadas como adubo verde, em destaque a *Gliricídia* (*Gliricidia sepium*) e a leucena (*Leucaena leucocephala*). Essas plantas possuem considerável plasticidade e se adaptam a diferentes condições ambientais (FLORES; MIOTTO, 2005). Ademais, alguns trabalhos ressaltam que leguminosas como essas aumentam em até 100% a produção de biomassa em algumas culturas (CAVALCANTE, 2016).

Diante desse cenário em expansão, procura-se cada vez mais tecnologias alternativas para a produção sustentável como na região do Ecótono Cerrado-Amazônia, visto que a produção agroecológica de forrageiras submetidas a adubação verde com espécies de *Gliricídia sepium* e *Leucaena leucocephala* é um procedimento considerável, devido aos benefícios positivos que proporcionam ao sistema solo-planta e meio ambiente, conseqüentemente elevando a produtividade com potencial redução de impactos ambientais, o que propicia uma melhor saúde do ambiente somada ao custo acessível junto a agricultura familiar.

Mediante o elencado, o objetivo dessa pesquisa é avaliar as características agronômicas e indicador de saúde do solo em sistema agroecológico, cultivado com a cultura do milho submetida a adubação verde.

### **3. OBJETIVOS GERAIS**

Objetivou-se com este trabalho estudar atributos agronômicos e indicador de saúde do solo em sistema agroecológico cultivado com a cultura do milho, submetida a fontes de adubação verde com espécies de *Gliricídia* e *Leucena* no ecótono Cerrado/Amazônia.

#### **3.1 Objetivos específicos**

Verificar características produtivas e morfológicas da cultura do milho submetida a adubação verde com as leguminosas *gliricídia* e *leucena* e destinada a alimentação animal;

Monitorar por meio da respiração basal como atributo biológico do solo, bem como as características químicas e físicas em área com cultura do milho submetida a adubação verde com as leguminosas *gliricídia* e *leucena*.

Levantar informações para melhor compreensão do sistema agroecológico solo-planta-atmosfera de produção forrageira destinada a alimentação animal.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Produção de forragem

O sistema agropecuário como um todo é alvo de críticas devido aos modelos vigentes ainda mantidos na produção de forragem, como práticas inadequadas de manejo, que viabilizam a degradação do meio ambiente, e os custos de produção. Nas regiões brasileiras, essa realidade é frequente, e tem se manifestado nas regiões como ecotóno Cerrado e Amazônia. O uso irracional do solo como forma exploratória, tem aumentado os problemas de fertilidade, processos erosivos, limitações de drenagem, perda de nutrientes, compactando com a elevação da degradação ambiental (ADAMOLI et al., 1986).

O Cerrado brasileiro se transformou na principal região de produção de animal. Hodiernamente, essa região, possui 49,6 milhões de hectares de pastagem cultivada (Sano et al., 1999), e detém 41% do rebanho bovino nacional (Embrapa Cerrados, 1999). No entanto, é observado em grande parte, baixa produtividade, evidenciada pelo manejo inadequado do sistema solo-planta-animal em pastejo (Martha Júnior & Corsi, 2001), aumentando a degradação do solo, que irão atingir suas propriedades físicas. Dentre as formas de degradação encontra-se o estabelecimento inadequado da espécie forrageira na área; o manejo inadequado da pastagem (taxa de lotação animal excessiva, maior do que o pasto pode suportar); a correção inadequada da fertilidade do solo no momento do estabelecimento da pastagem; falta de matéria orgânica reposta entre outros fatores. Diante disso, a degradação das pastagens atualmente é o principal fator de comprometimento na sustentabilidade da produção animal e ambiental, e pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou subsequente queda da produtividade (MACEDO & ZIMMER, 1993; ZIMMER et al. 1994; MACEDO, 1999, 2000, 2001a).

Um dos grandes desafios enfrentados na atualidade é a recuperação da degradação do solo, no Brasil existem aproximadamente 200 milhões pastagens nativas ou implantadas e cerca de 130 milhões que já estão em estado de degradação, sendo necessário intervenções para redução destes impactos ambientais. No entanto, para alteração desse cenário necessita conhecimento da problemática, sabendo que em estruturas áridas ou semiáridas os efeitos são mais rápidos e exigem mais cautela na recuperação como se observa em regiões do norte e nordeste do Tocantins que busca o combate da desertificação, degradação e erosões através do uso de boas práticas e de forma sustentáveis com matéria orgânica e de cobertura verde ou incorporação de adubo verde ao solo (DE ANDRADE; DE FREITAS, 2018).

Nesse sentido, as exigências nas mudanças comportamentais dos produtores, para melhor utilização do solo e preservação da biodiversidade, estão se tornando alternativas, visando aumento da produtividade forrageira e animal. Dentre essas mudanças está a adoção de práticas que auxiliam em uma produção mais sustentável, como uso de leguminosas para adubação verde, almejando melhoria, manutenção e recuperação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Atrelado a isso, busca-se o planejamento apropriado de atividades da produção de forragem como a adoção de alternativas respeitando o ciclo produtivo e seu período de adaptação, para assim responderem às significativas mudanças ambientais reduzindo seus impactos potenciais sobre esse tipo de utilização. Um bom manejo, tem como reflexo maior produção de biomassa, maior nutrição da planta, redução de impactos gerados por altas precipitações dentre outras características singulares que asseguram qualidade e equilíbrio entre solo-planta-animal (DE ANDRADE; DE FREITAS, 2018).

#### 4.1.1 A Cultura do Milheto

O milheto *Pennisetum glaucum* (L) é uma gramínea anual que tem apresentado aumento na sua área de plantio, especialmente nas regiões tropicais, pertencente à família Poaceae, tendo origem da Ásia Ocidental (Freitas, 1988) ou África (Machado Filho & Muhlbach, 1986), possui uma produtividade de grãos que varia de 500 a 1500 ha<sup>-1</sup>. Sobretudo, em algumas regiões brasileiras, o milheto também é conhecido como penicilaria, capim charuto e pasto italiano.

De acordo com Scaléa (1999), o milheto é uma planta de enorme adaptação ao cerrado brasileiro, onde se tem níveis baixos de fertilidade e um período de estiagem longo. Ademais, possui alta capacidade de tolerar déficit hídrico em período prolongado e abaixo de 400mm. Além disso, em solos arenosos seu sistema radicular tem maior desenvolvimento (Freitas, 1988), com capacidade de vegetar em regiões onde os solos apresentam pH ácido, baixa fertilidade e baixos teores de matéria orgânica podendo atingir três metros de altura (Andrews & Rajewski, 1995).

A cultura do milheto recebeu destaque no cerrado após pesquisa e seleções iniciados em 1981, que resultaram em novas variedades BN-1e BN-2 em 1986 e 1991, respectivamente (Kollet et al., 2006). Segundo Bonamigo (1999), tais estudos contribuíram para que, a partir de 1991, o milheto passasse a ser adotado como cobertura do solo em semeadura direta em cultura de sucessão, sendo aproveitado principalmente como pastagem e/ou silagem, devido seu



enorme potencial de cobertura do solo ofertado para prática do plantio direto. Entretanto, se faz necessário um manejo cultural adequado, em termos de finalidade.

No Brasil, a área de plantação com a cultura do milho, está em torno de 2,1 milhões de hectares (Bonamigo, 1999), sendo bastante cultivado, por apresentar raiz profunda, o que promove elevada extração de nutrientes, com um cultivo que necessita de pouca aplicação de insumos, reduzindo o custo de produção. Com isso, apresenta características de cultivo para região de transição Cerrado/Amazônia, podendo ser submetido a diversas formas de adubação, como adubação verde em sistema agroecológico.

#### 4.1.2 Produção de forragem em sistema agroecológico

A forragem é uma das fontes de alimentação mais econômicas para bovinos e quando bem manejada são eficientes e asseguraram ganhos econômicos e elevada produtividade na sua atividade. Dessa maneira, a exploração animal em pastagens possui potencialidade de competição devido à capacidade de redução de custo de produção e de aquisição de valor ao produto, quando produzido de forma mais sustentável.

Nesse sentido, a agroecologia propõe o uso de recursos naturais que se adaptam a maneira correta de manejo, prevendo a sustentabilidade em longo prazo, seguidos de práticas que conservam cada tipo de sistema, melhorando a qualidade do solo. Assim, é necessário utilizar a forragem disponível para se obter o máximo de produtividade, mas sem prejudicar as plantas forrageiras, respeitando o meio ambiente e proporcionando um ambiente de bem-estar aos animais, tendo em vista a preocupação hodierna com o meio ambiente.

Outrossim, a produção agroecológica tem como base a agricultura familiar que colabora com sistemas sustentáveis na alimentação, em benefícios econômicos, ambientais e sociais, através da fertilização sem uso de adubos artificiais ou químicos, visando a regressão da degradação e utilização de uma adubação orgânica (DIDONET e ALCÂNTARA, 2021).

#### 4.1.3 Adubação orgânica

No Brasil a utilização de adubos orgânicos apresenta grandes índices em relação aos fertilizantes minerais, garantindo maior sustentabilidade do agrossistema, em decorrência dos benefícios físicos, químicos e biológicos do solo, ampliando a capacidade de troca de cátions, matéria orgânica e diminuindo os efeitos negativos gerados ao meio ambiente por práticas agrícolas intensivas (OLIVEIRA FILHO, 2014). Esta atividade permite o reaproveitamento de

dejetos que seriam descartados da produção animal ou vegetal, sendo incorporada esta matéria orgânica, rica em macro e micronutrientes, trazendo economia para o produtor, sustentabilidade e ausência de risco ambiental. (MAZZUCHELLI et al., 2014). Ademais, a adição da matéria orgânica no solo, é capaz de aumentar a quantidade de nutrientes, a quantidade de absorção de água, agrega as partículas do solo como também estimula a atividade biológica.

Na região semiárida a adubação orgânica com leguminosa desenvolve um papel fundamental no fornecimento de nutrientes e matéria orgânica, que é baixa nestas regiões, ainda por cima, dispõe de boa quantidade de nitrogênio necessária para o desenvolvimento das graminhas (FREITAS et al., 2013). Segundo Da Silva et al. (2020) a adubação orgânica é a única que além de possuir nutrientes disponíveis como NPK e micronutrientes, tem uma importância excepcional por ser a única fonte de N que não volatiliza e contribuir 80% do fósforo no solo e para melhor desempenho ainda pode consociar a adubação verde.

#### 4.1.4 Adubação verde com *Gliricídia* e *Leucena*

A adubação verde é caracterizada como uso de espécies vegetais que possuem capacidade de aprimorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, através de materiais não decompostos de plantas, como folhas, galhos, sendo incorporados ou como cobertura morta, fornecendo controle de temperatura, umidade, e aumentando a respiração basal do solo, com vasto potencial de biomassa vegetal. Sendo assim, este tipo de adubação pode ser realizado com diversas espécies vegetais, em destaque, as leguminosas por inúmeras vantagens, dentre as quais, a sua capacidade de retirar nitrogênio direto da atmosfera, fixando-se às plantas e solo e disponibilizando para as culturas utilizadas. Arelado a isso, as leguminosas associam-se simbioticamente às bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o nitrogênio atmosférico, assim a planta acaba fornecendo hidratos de carbono às bactérias e recebem em troca compostos nitrogenados. Além disso, são adaptadas diferentes climas e solos, e sua formação consistindo em grande quantidade de palhada favorece a proteção do solo e dificulta o estabelecimento de plantas invasoras. Entre as leguminosas mais usadas na adubação verde e que são mais adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo se encontra a *Gliricídia* (*Gliricidia Sepium*) e a *leucena* (*Leucaena leucocephala*).

A *Gliricídia sepium* é pertencente à família Fabaceae, uma leguminosa com característica arbórea, nativa da América Central e Norte da América do Sul, apresenta ciclo perene e raízes profundas, podendo chegar à uma altura de 10 a 15 metros e diâmetros de até 40 cm (GOMÉZ et al., 2002). Outrossim, a incorporação dos resíduos de *G. sepium* no solo

antes do plantio pode fornecer nutrientes essenciais, em razão de sua alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (BALA et al., 2003), melhorando a retenção de água no solo e aumentando a atividade biológica, sendo uma planta capaz de aprimorar a fertilidade do solo e de elevar a produtividade das culturas agrícolas submetidas, quando usada como adubo verde (Barreto & Fernandes, 2001) resultando em um melhor crescimento e rendimento da cultura. Além disso, a adubação verde com *Gliricídia sepium* pode contribuir para a supressão de ervas daninhas, a redução da erosão do solo e a conservação da umidade. Ademais, se torna uma grande alternativa, por a gliricídia apresentar disponibilidade quanto a grande capacidade de rebrota em geral as plantas recompõem toda parte aérea em torno de quatro meses após algum corte, sendo possível realizar três cortes por ano, que são índices economicamente viáveis.

Sob outro ângulo, destaca-se a ciclagem de nutrientes desta leguminosa para uma cultura, bem como a presença de fitomassa com baixa relação Carbono/Nitrogênio levando a uma favorável mineralização de nutrientes respondendo rápido a necessidade das culturas de sucessão e aos indicadores de saúde do solo (SOUZA, GUIMARÃES E FAVARATO, 2015).

A *leucena* (*Leucaena leucocephala*) é originária da América Central, de onde se dispersou para outras partes do mundo devido a sua versatilidade de utilização, muito conhecida nos trópicos podendo ser empregada para forragem, como também recuperação da cobertura vegetal e reabilitação do solo. Assim como outras leguminosas é considerada uma espécie capaz de melhorar a qualidade de solos pobres em matéria orgânica, apresentando um sistema radicular firmemente desenvolvido. Ademais, é uma leguminosa de uso mútuo para o semiárido brasileiro, tem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e pela solubilização do fósforo por meio de associação com fungos endomicorrízicos vesículo-arbusculares (FRANCO e FARIA, 1997; RESENDE e KONDO, 2001), possui crescimento rápido, curto período pré-reprodutivo, alta plasticidade e tolerância a ambientes diversificados, é altamente palatável, e se adequa a temperaturas na faixa de 22 a 30°C (XAVIER e BOTREL, 2001; DALL'AGNOL e SCHEFFE-BASSO, 2004). A *L. leucocephala* também exige ambientes férteis e PH o mais neutro possível. Dessa forma, se torna viável o uso da leucena para consumir os índices produtivos, assegurando as qualidades do solo.

#### 4.1.5 Indicadores de saúde do solo

A utilização de indicadores de saúde do solo, tem relação com sua funcionalidade, constitui uma maneira indireta de mensurar a qualidade dos solos, sendo utilizadas para o

monitorar mudanças no ambiente. Assim sendo, as propriedades químicas, físicas e biológicas são os principais indicadores da saúde do solo, torna-se imprescindível para a detecção de início de degradação assim como de recuperação, sendo a biológica a mais perceptível em termos visuais, com sinalizações prévias (BEVILAQUA, 2017).

Os organismos que vivem superficialmente no solo formam indicadores biológicos, com diversas funções, desde a contribuição na decomposição de matéria e a deposição de matéria orgânica no solo, auxiliando na incorporação de nitrogênio atmosférico por simbiose e na ciclagem de nutrientes, garantindo a respiração basal e processos enzimáticos, como o ciclo do carbono, da água entre outros (SILVA, 2021).

Na agropecuária os indicadores físicos do solo se mostram de grande importância já que propriedades e os processos do solo são infraestruturas no suporte ao crescimento radicular; armazenamento e suprimento de água e nutrientes, e realização de trocas gasosas e atividade biológica (ARSHAD et al., 1996), assim como a textura, estrutura, profundidade, temperatura entre outras (GOMES e FILIZOLA, 2006).

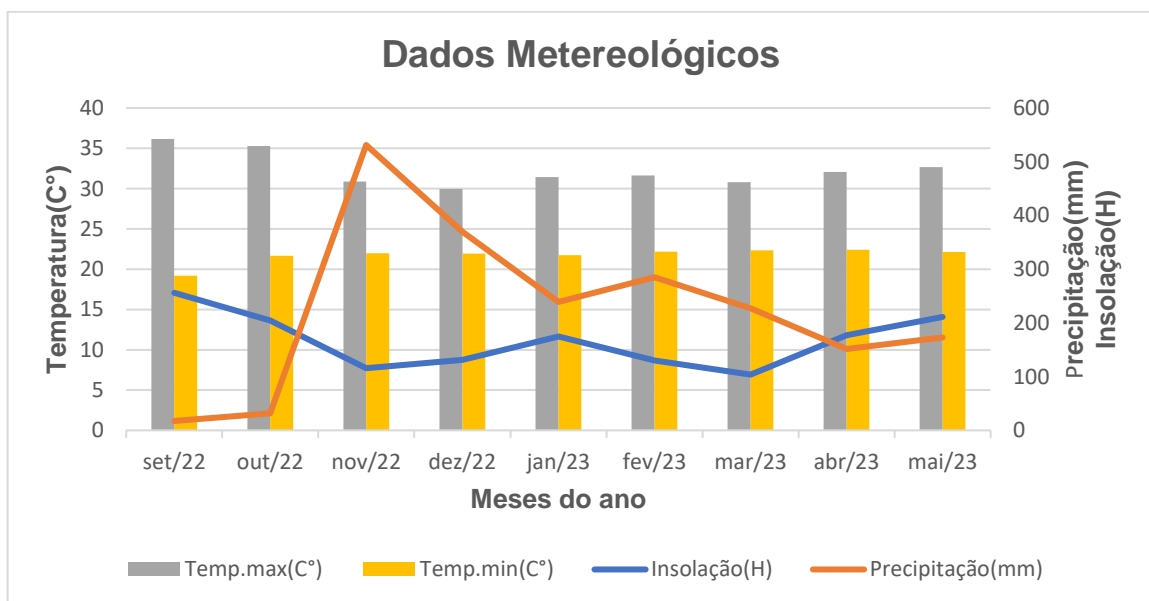
Os indicadores químicos estão relacionados com a função de determinar o teor de matéria orgânica do solo, a acidez, o conteúdo de nutrientes, elementos tóxicos como o alumínio, relações como a saturação de bases (V%), capacidade de troca de nutrientes, fornecer correlações de dados referentes ao PH, CTC, ou seja, fornece informações indispensáveis para o manejo adequado e a quantidade necessária para a correção eficiente de produção (KAZMIERCZAK, et al). Consoante a isso, a (MOS) é referida como indicador da sanidade do solo em virtude de sua suscetibilidade de alteração em relação às práticas de manejo e por obter correlação com a maioria das propriedades do mesmo (MIELNICKZUK, 1999).

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) localizada no Município de Araguaína – TO, região com temperatura média anual de 28°C e precipitação pluviométrica de 1800 mm, sendo o clima Aw (quente e úmido), segundo a classificação Köppen.

A área total utilizada no experimento foi de 414,40 m<sup>2</sup> e foi dividida em 12 parcelas de 5,0 por 5,60 metros (28 m<sup>2</sup>) cada, espaçadas uma das outras por 1 metro.

O experimento teve duração de 8 meses, foi iniciado em setembro de 2022 e finalizado em maio de 2023. Desse modo, foram coletados os dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na estação meteorológica advindo do CCA/UFNT, relacionados à temperatura, máxima e mínima, insolação e precipitação, do período experimental (Figura 1).



**Figura 1.** Dados meteorológicos coletados na estação meteorológica da CCA/UFNT em Araguaína -TO.

**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia (INMET 2022/2023)

No estudo procedeu-se com avaliações das características agrônomicas da cultura do Milheto (*Pennisetum glaucum*) uma variedade forrageira, destinada a alimentação de ruminantes com estrutura experimental delineada em blocos casualizados com dois tratamentos, testemunha e quatro repetições.

Os tratamentos foram constituídos pela adubação verde de uma espécie de Gliricídia (*Gliricídia sepium* (Jacq) Steud.) e leucena (*Leucaena leucocephala*) como fontes de adubação orgânica e a testemunha sem fornecimento de adubação orgânica.

O material forrageiro da cultura do milho foi cultivado em área de Argissolo Bruno Eutrófico típico, em que inicialmente foi realizada com a coleta de solo para sua caracterização, e com base nas informações corrigiu-se com a aplicação de gesso gipsita e calcário dolomítico na quantidade de 333,33 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, bem como a aplicação de 3,92kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por parcela como fonte de fosforo. (Figura 2).



**Figura 2.** Aplicação de calcário (A) e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B).

**Fonte:** Moura, L. F. CCA/UFNT, Araguaína, outubro de 2022

Em seguida a alocação dos tratamentos nas parcelas ocorreu inicialmente com a coleta da biomassa da gliricídia no campo agrostológico da UFNT, cortada e separada em folhas e galhos de aproximadamente 20 cm para facilitar incorporação no solo, com a distribuição equivalendo a 35kg massa total no tratamento. Nesse momento fez-se também a distribuição de 35kg de leucena, cortada em pedaços de 20-30cm, equivalente a 50,00 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), e testemunha sem fornecimento de adubação orgânica. (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição de Gliricídia (A) e Leucena (B).

**Fonte:** Moura, L. F. CCA/UFNT, Araguaína, fevereiro de 2023

Após um período de pousio da matéria orgânica em torno de quinze dias, foi realizado a semeadura da cultura do Milheto (*Pennisetum glaucum*) em todas as parcelas, em linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas a 0,40 m uma da outra, (Figura 4) que ocorreu no dia 03 de março de 2023.

No início da fase de crescimento do milheto executou-se práticas culturais de desbaste para controle populacional da planta (por volta de 10 dias) considerando 30 plantas por metro linear em cada linha, capina manual (por volta de 25 dias), e assim acompanhando o desenvolvimento da planta. Destarte, se fez necessário o replantio de algumas plantas (por volta de 7 dias), e com isso um segundo desbaste (por volta de 10 dias). Contudo, a colheita foi executada manualmente (Figura 4) 79 dias após o plantio e assim seguindo as avaliações.



**Figura 4.** Semeadura (A) e colheita (B) do milheto.

**Fonte:** Moura, L. F. CCA/UFNT, Araguaína, maio de 2023

Para fins de caracterização e monitoramento da fertilidade do solo foram coletadas amostras em profundidade de até 0,20 m com o auxílio de um trado em oito pontos aleatórios de cada área de tratamento, bem como a testemunha, em que se efetuou com amostragens antes da implantação do experimento, assim, na primeira análise química foi coletado amostras de cada parcela.

As amostras foram processadas e analisadas em laboratório de solo do CCA/UFNT, quanto aos atributos químicos, bem como matéria orgânica do solo. Ademais, o estudo de atributo biológico de qualidade do solo (taxa de respiração basal) realizou-se da mesma forma que químico, exceto pela profundidade que é na camada de até 0,10 m conforme a metodologia de Alef & Nannipieri, (1995) realizados antes da implantação do tratamento, no plantio, durante o ciclo da cultura e um dia antes do corte. Desse modo, foi realizado o levantamento de informações sobre atributos físicos do solo como temperatura e umidade durante o ciclo da cultura submetida aos diferentes tratamentos.

Nas avaliações das características agrônômicas, foram consideradas, plantas nas três linhas centrais, sendo que as duas linhas externas e 1,0 m da extremidade de cada linha constituíram de bordaduras. Assim sendo, foram feitas avaliações do número, altura de plantas, diâmetro do colmo e panícula, comprimento de panícula e entre nó, utilizando 15 plantas da quantidade colhida de cada tratamento e repetição, produção de massa seca total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Do total coletado, subamostras foram separadas de 15 plantas de cada tratamento e repetições, no qual foi realizado a separação de folhas, colmos, material morto e panículas. Essas amostras foram pesadas e em seguida levadas para estufa de ventilação forçada a 55 °C, onde permaneceram por uma semana, tempo ao atingir o peso constante; após esse período, as amostras foram pesadas novamente para obtenção da porcentagem de matéria seca.

Os resultados para todos os atributos avaliados foram obtidos por análise descritiva, utilizando porcentagem, e também foram processados em programa estatístico e as médias comparadas ao teste “t” student a 5% de significância.



## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O atributo agronômico, número de planta, da produção de milho em sistema agroecológico foi maior para o tratamento com leucena (tabela 1). Assim sendo, este tratamento foi superior 89,33% em relação à média dos demais tratamentos que não se diferiram significativamente pelo teste “t” student ( $P < 0,05$ ). Consoante a isso, esta propriedade tem relação com aumento da densidade populacional de plantas, devido ao efeito combinado da competição intraespecífica por luz, com consequente estímulo da dominância apical das plantas (SANGOI et al., 2002).

Para altura de planta, os maiores valores encontrados estiveram entre os tratamentos de gliricídia e leucena, sendo o tratamento testemunha 39,42% inferior à média dos demais. Desse modo, infere-se que no período vegetativo da cultura a adubação verde propiciou efeitos positivos para seu desenvolvimento.

Somando outros aspectos, houve diferença significativa tanto para o diâmetro do colmo, como o de panícula obtendo efeito maior para o tratamento de gliricídia e leucena. Assim, ressalta-se que o aumento no diâmetro do colmo favorece o transporte de água, nutrientes e seiva elaborada entre raiz e folhas, portanto, planta com maiores diâmetros de colmo em ambientes adequados será favorecida ao expressar seu potencial produtivo. No entanto, o menor valor foi para testemunha, o que demonstra condições desfavoráveis para o estabelecimento da cultura, influenciando no atraso do crescimento, expansão e desenvolvimento, tanto de colmo e panícula.

Quanto ao comprimento de panícula destaque-se para os tratamentos gliricídia e leucena, com média de 33,33% a mais que o tratamento testemunha. Não obstante, o comprimento de entre nó se destacou para adubação com gliricídia e leucena, com média de 29,33 % a mais que o tratamento testemunha.

**Tabela 1.** Atributos agronômicos da cultura do sorgo submetida a fontes de adubação verde.

Tratamento	Nº de Planta	Altura de Planta(cm)	Diâmetro do Colmo(mm)	Diâmetro de Panícula(mm)	Comp de Panícula(mm)	Comp de Entre Nó(mm)
Gliricídia	394444,44 <sup>b</sup>	103,97 <sup>a</sup>	9,04 <sup>a</sup>	4,28 <sup>a</sup>	117,42 <sup>a</sup>	150,69 <sup>a</sup>
Leucena	437268,52 <sup>a</sup>	106,45 <sup>a</sup>	8,65 <sup>ab</sup>	3,72 <sup>ab</sup>	111,08 <sup>ab</sup>	152,25 <sup>a</sup>
Testemunha	386805,56 <sup>b</sup>	63,67 <sup>b</sup>	6,53 <sup>b</sup>	2,58 <sup>b</sup>	76,17 <sup>b</sup>	107,06 <sup>b</sup>
CV (%)	5,88	14,02	16,82	25,25	23,13	15,18

Medias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste “t student” ( $P < 0,05$ ).

Nesse estudo avaliou-se também as porcentagens de folha, colmo, panícula, matéria morta (%), bem como a produção de matéria seca (PMS t ha<sup>-1</sup>), e os resultados se diferiram significativamente entre tratamentos (tabela 2). Atrélado a isso, é notório que a maior porcentagem de folha foi para o tratamento testemunha, mesmo obtendo menor altura. Entretanto, este fato pode estar relacionado a exposição ao estresse hídrico, por ausência de matéria orgânica e diminuindo a disponibilidade de nutrientes, assim, nestas condições a planta canaliza os seus recursos para produção de folhas que desempenha um papel na absorção de luz e produção de energia em detrimento da altura. Ainda assim, as características fenológicas do milho apresentam padrão de crescimento denso e ereto de compactação de folhas ao longo do caule consequentemente aumentando sua área específica e adaptação a condições adversas.

Em relação as frações da planta para o colmo, panícula e matéria morta não houve diferença significativa entre os tratamentos, com médias de 62,78; 12,58 e 7,82% respectivamente. Desse modo, alguns fatores são responsáveis por influenciar essa produção do milho, como estágio de desenvolvimento da planta, época de plantio, disponibilidade de água, fertilidade do solo e variabilidade genética (TOMICICH et al., 2006).

Relacionando-se a produção de matéria seca, se diferiu entre os tratamentos, destacando gliricídia e leucena com média de 66,13% superior ao tratamento testemunha.

**Tabela 2.** Porcentagem de folha (FO), colmo (CL), panícula (PN), matéria morta (MM) e produção de matéria seca (PMS) em t ha<sup>-1</sup>.

Tratamento	FO*	CL*	PN*	MM*	PMS (t ha <sup>-1</sup> )
Gliricídia	14,82 <sup>a</sup>	64,83 <sup>a</sup>	12,84 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>	5989,74 <sup>a</sup>
Leucena	12,81 <sup>b</sup>	65,79 <sup>a</sup>	12,72 <sup>a</sup>	8,68 <sup>a</sup>	5638,38 <sup>a</sup>
Testemunha	22,84 <sup>a</sup>	57,72 <sup>b</sup>	12,18 <sup>a</sup>	7,26 <sup>a</sup>	1969,51 <sup>b</sup>
CV (%)	12,71	3,58	6,19	18,20	34,64

Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste "t student" (P<0,05). \* Folha (FO), colmo (CL), panícula (PN) e matéria morta (MM).

Em relação aos dados de umidade do solo, é possível identificar, que houve diferença (P<0,05) entre todos os tratamentos nas diferentes coletas de solo. Assim, é evidente menores índices antes da implantação dos tratamentos, em um período de baixa precipitação (Gráfico 1), como visto na fase de coleta referência (Tabela 3). Portanto, é possível observar o que pode elevar o aumento de umidade, e com isso, solos com elevados teores de umidade tendem a estimular a decomposição da matéria orgânica (CALVO; FOLONI; BRANCALIÃO, 2010).

Em contrapartida, é observado o aumento da umidade entre os solos A3 e A4, que pode ser justificada pelos altos níveis de precipitação neste período, ou seja, mês de maio (Figura 1).

Dentre os tratamentos de gliricídia, leucena e testemunha, não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ). Assim, enfatiza-se que manter teores de umidade no solo, favorece um ótimo desenvolvimento das plantas, a obtenção de altas produtividades e produtos de boa qualidade. Ademais, ressalta-se que o aumento da umidade contribuiu para o aumento das taxas de respiração (tabela 4) além de ter influenciado para eficiência fotossintética da planta. Com isso, pode-se notar os benefícios da manutenção da cobertura do solo, influenciando no amortecimento do impacto das gotas da chuva, diminuindo o escoamento superficial, e permitindo a maior infiltração da água no solo e mantendo a umidade em níveis mais altos (OLIVEIRA et al., 2005). Contudo, a baixa umidade em todos os tratamentos ao decorrer dos períodos pode ser especificada pelas características do solo, sendo altamente arenosos, mas podendo ser revestido com a continuação da condição experimental, intensificando a deposição de matéria orgânica, visto que o estudo se encontra no segundo ano de avaliação.

**Tabela 3.** Umidade (U) do solo (%) em função da adubação verde e fase da cultura do sorgo

Coleta do solo	Gliricídia	Leucena	Testemunha	Média
*Solo U CR	0,35 <sup>aE</sup>	0,32 <sup>aE</sup>	0,29 <sup>aD</sup>	0,32 <sup>E</sup>
*Solo U A1	3,21 <sup>aD</sup>	3,19 <sup>aD</sup>	3,18 <sup>aC</sup>	3,20 <sup>D</sup>
*Solo U A2	6,17 <sup>aC</sup>	6,02 <sup>aC</sup>	6,05 <sup>aB</sup>	6,08 <sup>C</sup>
*Solo U A3	7,56 <sup>aB</sup>	7,28 <sup>aB</sup>	7,42 <sup>aA</sup>	7,42 <sup>B</sup>
*Solo U A4	7,99 <sup>aA</sup>	7,81 <sup>aA</sup>	7,73 <sup>aA</sup>	7,84 <sup>A</sup>
Média	5,02 <sup>a</sup>	4,96 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	

Medias seguidas de letra distinta na linha ou coluna diferem entre si pelo teste “t student” a 5% de probabilidade erro tipo 1. \*Solo U CR- coleta referência da umidade do solo antes implantação da cultura (15/09/2022); Solo U A1 primeira coleta da umidade do solo na implantação da cultura (02/02/2023), Solo U A2 – segunda coleta da umidade do solo durante o ciclo da cultura (15/03/2023), Solo U A3 – terceira coleta da umidade do solo, antes do corte da cultura (26/04/2023) e Solo U A4- quarta e última coleta da umidade do solo um dia antes da colheita da cultura (19/05/2023).

Em relação a respiração basal do solo, houve diferença ( $P < 0,05$ ) para todos os tratamentos. Dessa forma, é possível perceber o aumento na respiração após a implantação da cultura, observando as médias de coleta referência (CR) e do Solo A1, que foram de 28,34 e 37,51, respectivamente (Tabela 4), o que pode inferir ao incremento de material orgânico propiciando maior atividade microbiana. Além disso, o quantitativo dos valores de respiração basal após o preparo do solo está interligado com perturbações que o solo e as populações microbianas sofrem (NASCIMENTO et al., 2009). Não obstante, é mister citar que de acordo com o período de coleta as variações foram aumentando para todos os tratamentos, sendo média maior para leucena, indicando que a atividade microbiológica também evoluiu, isso pode ter relação com as taxas de umidade e precipitação que nesse período também aumentaram, assim

a umidade do solo, condições edafoclimáticas do local condicionam diretamente na taxa de respiração do solo (EKBLAD, 2001). Consoante a isso, percebe-se que o valor da mata nativa se torna um referencial para perceber que pode ocorrer progressão nesse processo ao decorrer dos anos, influenciando o uso contínuo da adubação verde para a expansão dos níveis de matéria orgânica depositados no solo.

**Tabela 4.** Respiração basal (RB) no solo sob cultivo do sorgo submetido a adubação verde.

Ciclo da cultura	Gliricídia	Leucena	Testemunha	Média
	Respiração basal (mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> solo dia <sup>-1</sup> )			
*Solo CR	28,48 <sup>aD</sup>	29,59 <sup>aE</sup>	26,94 <sup>aE</sup>	28,34 <sup>E</sup>
*Solo A1	37,55 <sup>aC</sup>	37,31 <sup>aD</sup>	37,66 <sup>aD</sup>	37,51 <sup>D</sup>
*Solo A2	58,02 <sup>abB</sup>	54,82 <sup>bcC</sup>	62,40 <sup>aC</sup>	58,41 <sup>C</sup>
*Solo A3	83,39 <sup>abA</sup>	79,11 <sup>bbB</sup>	87,57 <sup>abB</sup>	83,36 <sup>B</sup>
*Solo A4	82,93 <sup>baA</sup>	95,15 <sup>aaA</sup>	94,75 <sup>aaA</sup>	90,94 <sup>A</sup>
Média	58,07 <sup>b</sup>	59,20 <sup>ab</sup>	61,86 <sup>a</sup>	
Mata Nativa	126			

Médias seguidas de letra diferente na mesma linha ou coluna diferem entre si pelo teste “t student” a 5% de probabilidade erro tipo 1. \*Solo CR- coleta referência da respiração do solo antes da implantação da cultura em 19/09/2023; \*Solo A1 primeira coleta da respiração do solo na implantação da cultura em 02/02/2023, \*Solo A2– segunda coleta da respiração do solo durante o ciclo da cultura em 15/03/2023, \*Solo R A3 – terceira coleta da respiração do solo, antes do corte da cultura em 26/04/2023 e \*Solo A4- quarta e última coleta da respiração do solo um dia antes da colheita da cultura em 19/05/2022.

Sob os índices de temperatura do solo houve diferença significativa entre os tratamentos nos períodos do dia, ou seja, manhã, tarde e noite, com médias de 32,86; 32,57 e 33,22 °C, respectivamente. Sob essa visão, a temperatura influencia nas taxas de fotossíntese e de respiração com efeito na translocação de assimilados. Somado a isso, se divergiram (P<0,05) dentro do tratamento nos períodos, sendo o período vespertino de maior temperatura com média de 40,86°C, e noturno com média de 32,85°C, o que já era esperado se tratando de clima tropical (Tabela 5). Essa variação de temperatura influencia diretamente o ambiente solo, bem como a planta, condicionando o crescimento de suas raízes e seu metabolismo, principalmente quando se tem baixa quantidade de matéria orgânica no solo para protegê-lo de perdas como a umidade. Essas temperaturas mais elevadas no período da tarde também refletem nos microrganismos do solo.

**Tabela 5.** Temperatura do solo (°C) sob cultivo do sorgo submetido a adubação verde.

Tratamento	Gliricídia	Leucena	Testemunha	Média
Manhã	24,04 <sup>aC</sup>	25,03 <sup>aC</sup>	25,05 <sup>aC</sup>	25,04 <sup>C</sup>
Tarde	40,96 <sup>abA</sup>	40,31 <sup>bA</sup>	41,30 <sup>aA</sup>	40,86 <sup>A</sup>
Noite	32,58 <sup>aB</sup>	32,36 <sup>aB</sup>	32,85 <sup>aB</sup>	32,85 <sup>B</sup>
Média	32,86 <sup>a</sup>	32,57 <sup>b</sup>	33,22 <sup>a</sup>	

Medias seguidas de letra diferente na mesma linha ou coluna diferem entre si pelo teste “t student” (P < 0,05).

## 8. CONCLUSÃO

Conclui-se, que com a utilização de fontes de adubação verde, observou-se evolução na microbiota do solo, assim também como os índices de umidade e respiração que são indispensáveis no estabelecimento e desenvolvimento de uma cultura.

Atrelado a isso, a adubação com a Gliricídia se destaca quando relacionada aos atributos agrônômicos da cultura, ocasionando maiores resultados para a maior parte das avaliações, exceto porcentagem de panícula e matéria morta.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso da adubação verde, são evidenciados os benefícios quanto a evolução da microbiota do solo. Tornando-se imprescindível a continuidade desse projeto na área experimental, principalmente no consórcio de outras culturas, como milho e sorgo.

Almeja-se nos próximos anos, elevação dos teores de matéria orgânica no solo da área experimental, bem como nutrientes e melhores condições do solo quanto a umidade e temperatura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; DE PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.277-288, 2000.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, 2012. 592 p.

ADAMOLI, J., BERTONI, J., CASTRO FILHO, C., CORDEIRO, R. C., FERREIRA, M., GUSMÃO, L. S., & MOTTA, A. C. V. (1986). **Impacto ambiental do uso e ocupação das terras**. In Relatório do diagnóstico ambiental do Brasil (Vol. 1, pp. 1-94). Secretaria Especial do Meio Ambiente, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

ANDREWS, D. J., & RAJEWSKI, J. F. (1995). **Sorghum: agronomy, breeding, and utilization**. John Wiley & SONS.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO,A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA,M. **BIOMASSA MICROBIANA E SUA ATIVIDADE EM SOLOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO E SUCESSÃO DE CULTURAS**. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168039/1/09.pdf>>. Acesso em 24 Out, 2022.

BONAMIGO, L.A. **A cultura de milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado**. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DO MILHETO, 1999, Brasília. Anais... Brasília: Jica-Embrapa, 1999. p.51.

BONAMIGO, F. (1999). **Cultivo de plantas de cobertura e adubos verdes de verão**. Embrapa Agropecuária Oeste, Documentos, 5.

CARVALHO, A.M. de; MIRANDA, J.C.C. de; MIRANDA, L.N. de; RAMOS, M.L.G.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q. Adubação verde no Cerrado In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Eds.) **Adubação verde e plantas de cobertura do Brasil**. Brasília: Embrapa, p. 345-372, 2014.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.16-37. 2000.

CAVALCANTE, A.C.R.; SOUZA, H.A.; TONUCCI, R.G.; FERNANDES, F.E.P.; FONTINELE, R.G. **Uso da leucena como adubo verde em sistema agrossilvipastoril melhora a produção do milho para silagem no semiárido.** Sobral – Ceará: EMBRAPA, 2016.

CALVO, C.L; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S.R. **Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte.** *Bragantia*, Campinas, v.69, n.1, p.77-86, 2010

CERVELIN, Vanessa.M.M; DEPETRIZ, Kathleen.K.M; SANTOS, Afonso.T; TRINDADE, Rosineide. R; SABUNDJIAN, Michelle.T. **CULTURA DO MILHETO (*Pennisetum sp. (L)*).** REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAIT.n.2. novembro, 2016. Disponível em:  
[http://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/mByxecr69an1P20\\_2020-7-29-16-52-41.pdf](http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/mByxecr69an1P20_2020-7-29-16-52-41.pdf). Acesso em 20 Out, 2022.

DE ANDRADE, E. M., & DE FREITAS, A. S. (2018). **Boas práticas na recuperação de áreas degradadas pela desertificação: o caso do Projetos Águas do Norte, Tocantins, Brasil.** *Ambiente & Sociedade*, 21.

DEMINICIS, Bruno Borges. **Leguminosas Forrageiras Tropicais.** Edição 1. Editora: Aprenda Fácil, 2009 ISBN: 9788562032059, 96p.

EKBLAD, A.; HÖGBERG, P. Natural abundance of  $^{13}\text{C}$  in  $\text{CO}_2$  respired from forest soils reveals speed of link between tree photosynthesis and root respiration. *Oecologia*, v. 127, n. 3, p. 305-308, 2001.

EMBRAPA CERRADOS. **Embrapa Cerrados: Conhecimento, tecnologia e compromisso ambiental.** Planilha, 1999. 34 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 4).

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável.** Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 1997. 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27233/1/doc042.pdf>>. Acesso em 25 Out, 2022.

FRANCIS, C. A.; WEZEL, A. Agroecology and Agricultural Change. **International Encyclopedia of the social & Behavioral Sciences**, v.1, n.2, p. 484-487, 2015.

FREITAS, A. R., (1988). **Aspectos agronômicos do milheto**. Anais da 2ª Reunião Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 29,21-39.

GOVEIA, Rute. M. **ADUBAÇÃO VERDE: EFEITOS, FORMAS DE UTILIZAÇÃO E PRINCIPAIS ESPÉCIES**. Jornada de Iniciação Científica e extensão (Instituto Federal do Tocantins. Disponível em: <  
<https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/10jice/paper/viewFile/9535/4438>>. Acesso em 27 Out, 2022.

KAZMIERCZAK, Regiane et al. **Indicadores Físicos e Químicos de Qualidade do Solo em Sistemas de preparo**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Dissertação de Mestrado em Agronomia. P.13-86. 2018.

KLEIN, Claudia; KLEIN, Vilson. A.; **Influência do manejo do solo na infiltração de água**. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.13, n.5, dez. 2014, p.3915- 3925. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/2236130814989>>. Acesso em 27 Out, 2022.

KOLLET, B. G., PEREIRA, E. A., LOBO, V. L., & KOPP, M. M. (2006). **Cultivo de milheto**. Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 123.

LUZ, M.J.S; FERREIRA, Gilvan; BEZERRA, José.R.C. **ADUBAÇÃO E CORREÇÃO DO SOLO: PROCEDIMENTOS A SEREM ADOTADOS EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DO SOLO**. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/275844/adubacao-e-correcao-do-solo-procedimentos-a-serem-adotados-em-funcao-dos-resultados-da-analise-do-solo>>. Acesso em 24 Out, 2022.



MACHADO FILHO, J. A., & MUHLBACH, P. R. F. (1986). **O milho na agricultura brasileira**. Instituto Nacional de Pesquisa do Cerrado, Circular Técnica, 13.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. **Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária**. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (Eds.) Simpósio Sobre Ecossistemas das Pastagens, 2, 1993. Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP: UNESP, 1993, p.216-245.

MACEDO, M. C. M. (1999). **Degradação de Pastagens: Conceitos e Métodos de Recuperação**. In: Anais do Simpósio Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil. Editado por Vilela, Duarte; Martins, Carlos Eugênio; Bressan, Matheus e Carvalho, Limírio de Almeida. Embrapa Gado de Leite. p.137-150.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. 2000. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 62, Embrapa Gado de Corte, 4 p.

MAGALHÃES, Paulo C.; Durães, Frederico O.M. **CULTIVO DO MILHETO. EMBRAPA MILHO E SORGO**, ISSN 1679-012X Versão Eletrônica- 1ª edição Set./2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27383/1/Ecofisiologia.pdf>>. Acesso em 26 Out, 2022.

MHARTA JUNIOR, G. B.; CORSI, M. **Pastagens no Brasil: Situação atual e perspectivas**. Preços Agrícolas, Piracicaba, n 171, p. 3-6, 2001.

NASCIMENTO, J. B.; CARVALHO, G. D.; CUNHA, E. Q.; FERREIRA, E. P. D. B.; LEANDRO, W. M.; DIDONET, A. Determinação da biomassa e atividade microbiana do solo sob cultivo orgânico do feijoeiro-comum em sistemas de plantio direto e convencional após cultivo de diferentes espécies de adubos verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, 2009.

NICODEMO, M. L. F.; MORAES, L. F. D. de.; OLIVEIRA, R. E. de.; QUEIROGA, J. L. de. **Tecnologias agropecuárias apropriadas para a transição agroecológica na agricultura familiar**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos, SP 2021. ISSN 1980-6841 fevereiro/2021. Disponível em:<<https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2017/10/Tecnologias-agropecuarias->

[apropriadas-para-a-transicao-agroecologica-na-agricultura-familiar-1.pdf](#)>. Acesso em 25 Out, 2022.

OLIVEIRA, Mauro.W.de.; NASCIF, Christiano; OLIVEIRA, Terezinha.B.A.; RODRIGUES, Thiago; ASSIS, Wesley.O.de.; SANTOS, Dalmo.de. F.;

MOURA, Sara.C.de. S. **Adubação verde com crotalária juncea em áreas de implantação ou reforma de canaviais, em pequenas propriedades rurais**. Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar - Volume 2. Disponível em:

<<https://downloads.editorcientifica.org/articles/201102246.pdf>> . Acesso em 01 Nov, 2022.

PADOVAN, M. P.; PEZARICO, C. R.; OTSUBO, A. A. **Tecnologia para agricultura familiar**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1516-845X maio, 2014. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103482/1/DOC2014122.pdf>>. Acesso em 25 Out, 2022.

PADOVAN, Milton; MOTTA, Ivo De Sá; CARNEIRO, Leandro Flávio; MOITINHO, Mara Regina. **ESTÁDIO MAIS ADEQUADO DE MANEJO DO MILHETO PARA FINS DE ADUBAÇÃO VERDE**. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/911930/4/COT2011171.pdf>> Acesso em 27 Out, 2022.

PADOVAN, Milton; MOTTA, Ivo de Sá; CARNEIRO, Leandro Flávio; MOITINHO, Mara Regina; SALOMÃO, Gisele de Brito. **Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pelo milho para fins de adubação verde em sistemas de produção sob bases ecológicas**.

Revista Brasileira de Agroecologia. ISSN: 1980-9735. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS,2012. Disponível

em:<[https://orgprints.org/id/eprint/22968/1/Padovan\\_Din%C3%A2mica.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/22968/1/Padovan_Din%C3%A2mica.pdf)>. Acesso em 26 Out, 2022.

PAIXÃO, Natália. A. **INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO SUDESTE DO PARÁ**.2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal), Campus Universitário de Parauapebas, Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, 2019.

PRIMAVESI, Ana Maria. Manejo Ecológico do Solo: Agricultura em regiões tropicais. Livraria Nobel SA, São Paulo, 2.<sup>a</sup> Edição, 2002, p. 213 a 263

RESENDE, Paulo Rhuan. **A importância da cultura do milheto (*pennisetum glaucum* (L) para o agronegócio brasileiro**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

RODRIGUES, R.S.; FLORES, A.S.; MIOTTO, S.T.S. & BAPTISTA, L.R.M. (2005). **O gênero Senna (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. Acta Botanica Brasilica 19(1): 1-16.

SCHWARTZ, Frederico; ROCHA, Marta G. da; VÉRAS, Melissa; FARINATTI, Luiz H.; PIRES, Cleber C.; CELLA JUNIOR, Adamastor A. **MANEJO DE MILHETO (*Pennisetum americanum* LEEKE) SOB PASTEJO DE OVINOS**. Disponível em:< <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/522>>. Acesso em 28 Out, 2022.

SCALÉA, A. G. (1999). **Cultivo do Milheto no Cerrado**. Embrapa Cerrados, Circular Técnica, 17.

SILVA, J. M.; ALBURQUERQUE, L. S. D.; SANTOS, T. M. C. D.; OLIVEIRA, J. U. L. D.; GUEDES, E. L. F. Mineralização de vermicompostos estimada pela respiração microbiana. **Revista Verde**, Pombal, PB, v. 8, n. 4, p. 132-135, 2013.

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1585-1592, 2010.

SILVA, P.C.G.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B.; TIRITAN, C.S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p.1504-1512, 2009.

SOUZA, C.M.; PIRES, F.R. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: UFV, 2002. 72 a 77p.

TEODORO, Ricardo; OLIVEIRA, Fabio Luz de.; SILVA, Diego Mathias; FÁVERO, Claudenir; QUARESMA, Mateus Augusto. **Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha.** \_Uso e Manejo do Solo. Revista Brasileira de Ciências do Solo 35 (2) Abril, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200032>>. Acesso em 27 Out, 2022.

TOMICCH, T.R.; TOMICCH, R.G.P.; GONÇALVEZ, L.C. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-Sudão em comparação aos volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1249-1252, 2006.

ZIMMER, A. H.; CORREA, E.S. 1993. **A Pecuária Nacional, uma pecuária de pasto?** In: Anais do Encontro Sobre Recuperação de Pastagens, Nova Odessa, SP. p. 1-25.