



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE ZOOTECNIA

ALMERINDA SANTOS DA SILVA

**PRODUÇÃO DE SORGO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA
AGROECOLÓGICO**

ARAGUAÍNA (TO)
2022

ALMERINDA SANTOS DA SILVA

PRODUÇÃO DE SORGO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA
AGROECOLÓGICO

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 da
Prof^a. Dr^a. Susana Queiroz Santos
Mello.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Susana
Queiroz Santos Mello

ARAGUAÍNA (TO)

2022

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

S586p Silva, Almerinda Santos da .
PRODUÇÃO DE SORGO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM
SISTEMA AGROECOLÓGICO. / Almerinda Santos da Silva. –
Araguaína, TO, 2022.
44 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2022.
Orientadora : Susana Queiroz Santos Mello

1. Esterco de Ovino. 2. Adubação Verde. 3. Forragem. 4.
Sustentabilidade. 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).

ALMERINDA SANTOS DA SILVA

PRODUÇÃO DE SORGO COM ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA
AGROECOLÓGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte 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 pela Orientadora Prof^a. Dr^a. Susana Queiroz Santos Mello e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 24/08/2022

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
SUSANA QUEIROZ SANTOS MELLO
Data: 31/08/2022 11:29:52-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^a. Dr^a. Susana Queiroz Santos Mello, Orientadora, UFNT

Prof. Dr. Elcivan Bento da Nóbrega, Examinador, UFNT

MSc. Daniel Henrique Souza Tavares, Examinador, UFNT

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar.”

(Paulo Freire)

Dedico este trabalho à minha família, especialmente aos meus pais que são minhas maiores inspirações e exemplos de vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui, dando-me saúde, coragem e determinação, por iluminar e proteger cada passo dado por mim.

A Universidade Federal do Norte do Tocantins por me permitir fazer um curso de graduação.

A professora Dr^a. Susana Queiroz Santos Mello pela orientação, ensinamentos, apoio e disposição em me ajudar com este trabalho.

A todos os professores do colegiado de Zootecnia, que com muita dedicação e profissionalismo, contribuíram com minha formação.

Ao PET-Zootecnia por me permitir viver experiências únicas.

Ao técnico de laboratório Lucas Sirqueira e ao Zootecnista Edelson Souza que prestaram valiosas informações para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos Antônio Murcílio, Flaviane Santos, Mônica Beatriz e Laysa Fontes, que me ajudaram muito.

A todos os meus amigos e familiares que torceram e me incentivaram a continuar em busca dos meus sonhos.

Ao meu esposo Edésio da Silva Almeida pelo incentivo, pelo apoio e por toda ajuda.

À minha filha Catarina por me fazer sentir o maior amor do mundo, por me mostrar que sou capaz e por ser a principal razão de eu lutar pelos meus sonhos.

Agradeço aos meus irmãos, especialmente ao Railton Santos da Silva e Domingas Santos da Silva, que me apoiaram e incentivaram desde o meu primeiro dia na Universidade e aos meus sobrinhos por tornarem meus dias mais felizes.

Agradeço aos meus pais Raimundo Nascimento da Silva e Maria de Lourdes Santos da Silva, por acreditarem em mim, por me incentivarem e pelos valiosos conselhos. Agradeço pela compreensão da necessidade de minha ausência, pela educação que me deram e que me fez chegar até aqui. Amo vocês, e lhes ofereço essa conquista.

RESUMO

O manejo e o uso do solo refletem diretamente na produção forrageira e pecuária do nosso país. Ao longo dos anos com a intensificação de práticas agrícolas inadequadas em solos brasileiros, vêm ocorrendo danos em diferentes intensidades de degradação, como na região de ecótono Cerrado/Amazônia. Assim, vem sendo demandada mudança dessa realidade para uma produção sustentável. Observando esses fatos, objetiva-se neste trabalho estudar características agronômicas e indicadores de saúde do solo em sistema agroecológico cultivado com a cultura do sorgo submetida a adubação orgânica. O experimento foi desenvolvido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins (EMVZ/UFNT) localizada no Município de Araguaína- TO. O estudo procedeu com avaliações das características agronômicas da cultura do sorgo Ponta Negra, destinada à alimentação animal em estrutura experimental delineada em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram: Esterco Ovino, Crotalária, Esterco ovino + Crotalária e testemunha (sem nenhum tipo de adubação orgânica). Inicialmente, foi feita a avaliação química e correção do solo da área experimental, plantio da crotalária conforme os tratamentos com ou sem o esterco de ovino. Na sequência foi realizado o corte e a incorporação da leguminosa ao solo quando as plantas estavam na fase de floração. Após um período de nove dias de descanso da crotalária no solo, foi implantada a cultura do Sorgo. Após a colheita da cultura procedeu-se com avaliações de atributos agronômicos como altura e número de plantas por área, produção de massa seca, relação colmo/folha/panícula, dentre outras. A adubação com Esterco Ovino + Crotalária foi a que mais se destacou e proporcionou os melhores resultados para a maioria dos atributos avaliados, exceto porcentagem de folhas, panícula e matéria morta. A produção de matéria seca variou de 2,52 t ha⁻¹ a 10,31 t ha⁻¹, sendo que o primeiro valor se refere ao tratamento testemunha e o segundo ao tratamento Esterco Ovino + Crotalária. Todos os tratamentos melhoraram as condições químicas do solo, e a umidade do solo variou ao longo do ciclo da cultura para todos os tratamentos, exceto para o tratamento Crotalária que não teve variação de umidade nas fases de implantação e ciclo da cultura.

Palavras-Chave: Esterco de Ovino. Adubação Verde. Forragem. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The management and use of the soil directly reflect on forage and livestock production in our country. Over the years, with the intensification of inappropriate agricultural practices in Brazilian soils, damages have been occurring at different intensities of degradation, such as in the Cerrado/Amazon ecotone region. Thus, changes in this reality have been demanded for sustainable production. Observing these facts, the objective of this work is to study agronomic characteristics and soil health indicators in an agroecological system cultivated with sorghum culture submitted to organic fertilization. The experiment was carried out at the School of Veterinary Medicine and Animal Science of the Federal University of Northern Tocantins (EMVZ/UFNT) located in the Municipality of Araguaína - TO. The study proceeded with evaluations of the agronomic characteristics of the Ponta Negra sorghum crop, intended for animal feeding in an experimental structure designed in randomized blocks, with four treatments and four replications. The treatments used were: Sheep Manure, Crotalaria, Sheep Manure + Crotalaria and the control (without any type of organic fertilization). Initially, the chemical evaluation and soil correction of the experimental area was carried out, followed by the planting of sunn hemp according to treatments with or without sheep manure. The legume was then cut and incorporated into the soil when the plants were in the flowering stage. After a period of nine days of rest of the sunn hemp in the soil, the sorghum crop was implanted. After the crop was harvested, agronomic attributes were evaluated, such as height and number of plants per area, dry mass production, stem/leaf/panicle ratio, among others. The fertilization with Sheep Manure + Crotalaria was the one that stood out the most and provided the best results for most of the attributes evaluated, except for percentage of leaves, panicle and dead matter. Dry matter production ranged from 2.52 t ha⁻¹ to 10.31 t ha⁻¹, with the first value referring to the control treatment and the second to the Sheep Manure + Crotalaria treatment. All treatments improved soil chemical conditions, and soil moisture varied throughout the crop cycle for all treatments, except for the Crotalaria treatment, which had no moisture variation in the implantation and crop cycle phases.

Keywords: Sheep manure. Green adubation. forage. Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Informações das médias de temperatura máxima e mínima, insolação e precipitação da estação meteorológica da EMVZ/UFNT, em Araguaína-TO	24
Figura 2 - Aplicação do pó de brita (A) e de calcário (B).	26
Figura 3 - Aplicação (A) e incorporação (B) do esterco ovino no solo	27
Figura 4 - Corte (A) e Incorporação (B) da crotalária no solo	27
Figura 5- Semeadura (A) e colheita (B) do sorgo	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características químicas do esterco ovino utilizado como adubo orgânico	21
Tabela 2- Atributos químicos de esterco de bovino e ovino como adubo orgânico	22
Tabela 3- Composição química do solo antes da implantação dos tratamentos.	25
Tabela 4- Composição química do solo após da implantação dos tratamentos	25
Tabela 5- Atributos agronômicos da cultura do sorgo submetida a fontes de adubação orgânica	31
Tabela 6- Porcentagem de folha (FO), colmo (CL), panícula (PN), matéria morta (MM) e produção de matéria seca (PMS) em t ha ⁻¹	33
Tabela 7- Variação da umidade do solo em função do tipo de adubação orgânica e da fase de implantação da cultura do sorgo	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS GERAIS	14
2.1 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Produção agroecológica	15
3.2 A produção de forragem destinada à alimentação animal	17
3.2.1 A produção de Sorgo	18
3.2.2 Sorgo Ponta Negra.....	19
3.3 Adubação orgânica	20
3.3.1 Adubação com esterco.....	20
3.3.2 Esterco curtido de ovino	21
3.3.3 Adubação verde	22
3.3.4 Adubação com <i>Crotalaria Juncea</i>	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6 CONCLUSÃO	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

O solo, que é a base do sistema de produção forrageira e conseqüentemente da pecuária do nosso país, se encontra atualmente, em muitos estados, com algum grau de degradação devido a intensificação de práticas agrícolas inadequadas. Os danos ao solo ocorrem em grande parte do território brasileiro, inclusive no ecótono dos biomas Cerrado/Amazônia.

No Brasil, ainda não é possível definir uma extensão exata da área de solos degradados, no entanto, todas as estimativas mostram que o desmatamento e algumas atividades agrícolas, são as principais causas de degradação dos solos brasileiros. (FERREIRA, 2000).

Segundo Abdo (2006), na agricultura, as principais causas de degradação dos solos brasileiros são: a retirada da mata, a implantação de pastagens com o uso de forma indevida de insumos, a manutenção de carga excessiva de animais e o manejo inadequado dos solos sem o uso de práticas conservacionistas.

A característica principal de solos degradados ou de baixa fertilidade natural é o desaparecimento da matéria orgânica, visto que sua perda causa sérios problemas na estrutura, na sua atividade biológica, na disponibilidade de água, no suprimento de alguns nutrientes como o enxofre, fósforo e principalmente o nitrogênio para as plantas, comprometendo a produtividade do sistema. (FRANCO et al., 1992).

Por esse motivo, buscam-se atualmente alternativas capazes de minimizar os efeitos de degradação do sistema de produção, e isso ocorre na maioria das vezes por meio de práticas de adição de matéria orgânica no solo.

Dentre essas alternativas destaca-se a produção agroecológica, que de acordo com Silva et al. (2009) são sistemas que buscam sustentabilidade em longo prazo, o que pode ser conseguido com uma série de práticas ajustadas para cada sistema, principalmente as relacionadas ao solo.

Valente et al. (2016) identificaram algumas dessas práticas agroecológicas, sendo elas: a adoção de consórcio de culturas, a rotação de culturas, o uso de cobertura morta sobre solo, controle alternativo de pragas, isenção de agroquímico, pousio, poda e a adubação orgânica.

A adubação orgânica é um método de fertilização utilizado há muito tempo. Ela contribui para melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, influenciando na capacidade de retenção e infiltração de água, na drenagem,

aeração, temperatura e penetração radicular. Além disso, a adubação orgânica contribui para a atividade biológica do solo e para o cultivo de plantas, já que fornece de nutrientes essenciais para seu desenvolvimento (PEREIRA et al., 2013). Destaca-se dentro da adubação orgânica, o uso de esterco animal e de adubos verdes que contribuem com a melhoria da composição do solo e com o aumento da produtividade do sistema.

A adubação orgânica com esterco ovino curtido é uma alternativa dentro do sistema agroecológico, pois possui capacidade de alterar as propriedades químicas do solo, além de promover aumento das concentrações de cálcio, de matéria orgânica e da capacidade de troca de cátions (FIGUEIREDO et al., 2012)

A adubação verde é também uma alternativa viável que busca a sustentabilidade dos solos agrários. Essa prática se baseia no uso de plantas como as leguminosas e sendo a principal fonte de adubação, devido estas possuírem capacidade de fixar o Nitrogênio atmosférico através de suas raízes. Além disso, essas forrageiras em geral, apresentam como característica grande produção de massa vegetal e possuem sistema radicular profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo (ALCÂNTARA et al., 2000)

Ambas as adubações são alternativas eficazes quando se trata de recuperação e conservação do solo. Podem ser usadas como adubação no plantio de plantas forrageiras, como por exemplo, o sorgo, cultura muito usada na alimentação animal.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa é estudar as características agrônômicas e indicadores de saúde do solo em sistema agroecológico, cultivado com a cultura do sorgo, submetida à adubação orgânica.

2 OBJETIVOS GERAIS

Objetiva-se com o presente trabalho estudar as características agronômicas e indicadores de saúde do solo em sistema agroecológico cultivado com a cultura do Sorgo submetida a fontes de adubação orgânica, o esterco ovino e a crotalária, na região de transição dos biomas Cerrado/Amazônia.

2.1 Objetivos específicos

Verificar as características produtivas e morfológicas da cultura do Sorgo submetida a duas fontes de adubação orgânica: o esterco ovino e a crotalária.

Levantar informações para melhor entendimento do sistema agroecológico e da relação solo-planta-atmosfera por meio da produção de Sorgo destinado a alimentação animal.

Observar a viabilidade do uso de diferentes fontes de adubação orgânica que podem servir como alternativa para produção de sorgo e de outras culturas, seguindo os parâmetros da sustentabilidade e diminuindo os custos de produção.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Produção agroecológica

A agricultura é uma atividade que vem sendo praticada há muitos anos e ao longo do tempo se modernizou em busca de maior produtividade. Nessa busca, surgiu a Revolução Verde que teve início no Brasil na década de 60 com o intuito de promover a modernização do campo, a erradicação da fome e o aumento da produção de alimentos (LAZZARI et al., 2017).

Aliado a isso, ocorreram também práticas de integração da produção agrícola e pecuária, pelo domínio sobre as técnicas de produção em maior escala e pela intensificação do uso de rotação de culturas com plantas forrageiras, práticas de melhoramento genético das plantas, uso de fertilizantes químicos, prática da monocultura, uso de variedades melhoradas, irrigação, uso intensivo de insumos agrícolas, como os fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, bem como crescimento da utilização de máquinas agrícolas no preparo do solo (BRASIL, 2014). Assim, a modernização da agricultura convencional, com o uso de máquinas, defensivos, dentre outros, beneficiou o aumento da produção agrícola, porém, ocasionou problemas sociais e ambientais. (ASSIS, 2012).

Dessa maneira, a Revolução Verde obteve seus méritos: aumentou a produção mundial de alimentos e diminuiu os custos de produção, porém se tratandos fatores ambientais e sociais os resultados não foram os melhores, pois com a intensificação da agricultura e com práticas agrícolas inadequadas ocorreram, entre outros problemas, a degradação dos solos, desmatamentos ilegais, perda da biodiversidade pela especialização da produção, contaminação da água, solos e dos alimentos pelo uso inadequado de adubos químicos e defensivos agrícolas e aparecimento de novas pragas e surgimento de pragas resistentes (BRASIL, 2014).

Devido a isso, começam surgir críticas e pressões ao processo de modernização da agricultura. No Brasil, essas críticas ganham força no final da década de 70 e início da década de 80, iniciadas por intelectuais, que através de suas publicações passaram a denunciar os impactos da agricultura moderna e por categorias profissionais, especialmente os engenheiros agrônomos que contribuíram significativamente na luta contra os agrotóxicos e para o avanço do debate da agricultura alternativa no país. (LUZZI, 2007).

A produção agroecológica surge como uma prática alternativa - diferente daquela do padrão proposto pela Revolução Verde – de modo a praticar a agricultura sustentável, baseada em uma organização social e produtiva que não use de forma predatória os recursos naturais, nem tampouco modifique tão agressivamente a natureza, buscando compatibilizar, como resultado, um padrão de produção agrícola que integre equilibradamente objetivos sociais, econômicos e ambientais (ALTIERI, 2004).

Esse novo mercado de produção agrícola, a agroecologia, defende a ideia de que é possível produzir de forma sustentável, com manejos que seguem os paradigmas das práticas da agricultura orgânica e do uso de tecnologias limpas, ocasionando menos impactos negativos ao ambiente e, conseqüentemente, mais sustentabilidade. (KÖLLING et al., 2020).

Destarte et al. (2011) defendem “a Agroecologia como uma estratégia intersetorial de promoção da saúde, de sustentabilidade e de segurança alimentar e nutricional”.

Kölling et al. (2020) argumentam que o conceito de agroecologia está relacionado com a necessidade de remediação ao agravamento das condições não só ambientais, como também econômicas e sociais, causadas pela forma de desenvolvimento econômico, assim, “a proposta da agroecologia é uma revisão dos métodos convencionais de manejo da terra em grande escala”.

Nos últimos anos essa temática agroecológica tem merecido cada vez mais reconhecimento e legitimidade, pois se mostra importante para a manutenção das diferentes formas de vida e para garantir oferta de recursos ambientais para as próximas gerações. Em perspectiva mundial, a produção agroecológica é fator relevante no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030.

A agroecologia é exercida mais fortemente na agricultura familiar. Dados do IBGE (2017) indicam que 77% dos estabelecimentos rurais no Brasil, ou seja, 3,9 milhões de propriedades são classificadas como da agricultura familiar e correspondem a 23% da área de todos estabelecimentos rurais do país.

A agroecologia, portanto, é uma nova forma de produzir alimentos, através da adoção de práticas agrícolas sustentáveis, sem degradar o meio ambiente. Assim, a agroecologia pode ser adotada não somente na agricultura, como também na pecuária, pois está intimamente relacionada com a produção de alimentos, como por exemplo, a produção de forragens destinadas à alimentação animal.

3.2 A produção de forragem destinada à alimentação animal

Forragem pode ser entendida como todo alimento que está disponível aos animais e seu uso vai do pastejo ao fornecido nos cochos. A forragem consumida conceitua-se como a massa de forragem por unidade de área removida pelos animais em pastejo, e as plantas forrageiras ou simplesmente forrageiras são definidas como a biomassa aérea de plantas herbáceas de determinadas famílias que servem para alimentação animal, assim não inclui raízes, tubérculos e grãos (FONTANELI, 2012).

Existem várias espécies de plantas forrageiras que podem ser utilizadas em diversos setores da produção animal. Há aquelas que são indicadas para formação de pastagem, para alimentação de pequenos ruminantes, alimentação de equinos, búfalos, para os diferentes métodos de pastejo (contínuo ou rotacionado) e também espécies indicadas para a conservação da forragem, como por exemplo, o sorgo. (SOUZA et. al., 2018).

3.2.1 A produção de Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) teve origem na África e o mais provável é que chegou ao Brasil através dos escravos africanos. Alguns nomes como "Milho d' Angola" ou "Milho da Guiné", que ainda se encontram no vocabulário dos nordestinos indicam que possivelmente, o sorgo chegou ao Brasil pela região Nordeste, no período de intenso tráfico de escravos para trabalhar na atividade açucareira (RIBAS, 2008).

Essa planta passou muito tempo sendo pouco utilizada por produtores e consumidores, pois era vista como um produto substituto ao milho em seus vários usos, além de que, apesar de ser mais resistente ao estresse hídrico do que o milho, não resiste a secas prolongadas e depende de boas práticas culturais para atingir produtividades melhores. (DUARTE, 2010). No Brasil, o sorgo demorou firmar-se como cultura comercial marcante, porém o país é um dos poucos lugares do mundo onde se teve aumento da produção. A área plantada de sorgo granífero no Brasil aumentou 350% entre os anos de 1976 e 2014. (DUARTE e MIRANDA, 2015).

Esse número crescente de produção se deve ao fato do sorgo possuir boas características produtivas, pois é uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade e produtividade. Além disso, essa planta pode ser utilizada para diversos fins, por exemplo, para o pastejo, para silagem ou corte verde, e os grãos, em rações animais e para o consumo humano (BUSO, 2011).

O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura e praticamente não há consumo humano. Os bovinos, equinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção. Já a silagem de sorgo e o pastejo são utilizados tanto para rebanhos de corte como para rebanhos de leite e a agroindústria de carnes está cada vez mais interessada em aumentar o consumo de sorgo em dietas de animais monogástricos (RIBAS, 2008).

Vale ressaltar que o sorgo é uma cultura que suporta altas temperaturas, possui média tolerância à acidez do solo e desenvolve-se bem em zonas secas e quentes, apresentando boa produção de massa seca, porém, práticas incorretas de cultivo, incluindo adubações inadequadas e escolha imprópria da semente, impedem à cultura de expressar o seu potencial de produção. (FILHO et. al, 2006).

No Brasil são produzidos quatro tipos de sorgo: o granífero, o forrageiro, o sacarino e o vassoura. O granífero inclui os tipos de porte baixo adaptados à colheita mecânica, o forrageiro inclui tipos de porte alto apropriados para confecção de silagem, o sacarino é utilizado principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta e o sorgo tipo vassoura têm suas panículas utilizadas na confecção de vassouras. (RIBAS, 2008). Dentre os híbridos e variedades que compõem o grupo do sorgo forrageiro encontra-se o sorgo Ponta Negra.

3.2.2 Sorgo Ponta Negra

A BRS Ponta Negra foi desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo com a finalidade de oferecer aos agricultores plantas que apresentem potencial produtivo e ao mesmo tempo resistência para adaptação em ambientes secos e quentes. O sorgo Ponta Negra apresenta tolerância à toxicidade do Alumínio, à acidez do solo, ao fotoperiodismo e resiste as principais doenças que acometem as produções de sorgo. Essa variedade possui como características principais: ciclo de 110 a 120 dias, altura média de plantas de 2,20 m, produção de massa verde de 48,60 a 51,50 t ha⁻¹ e possui tanino presente. (EMBRAPA, 2007).

Devido à presença de tanino em seus grãos, o sorgo Ponta Negra é recomendado somente para a produção de forragem. (SANTOS et al., 2007). O tanino é uma substância que promove resistência contra agentes externos, como pássaros, fungos causadores de doenças e outros competidores, sendo um fator antinutricional que provoca a diminuição da digestibilidade e palatabilidade. (MAGALHÃES, 1997).

Conhecido o poder de resistência e adaptação dessa variedade, entende-se que o sorgo Ponta Negra pode ser cultivado em solos de baixa fertilidade, submetido a diferentes formas de adubações, inclusive com a adubação orgânica em sistema agroecológico.

3.3 Adubação orgânica

A adubação orgânica é a prática de adicionar ao solo resíduos orgânicos, como: esterco, urina e restos de animais, palhas, capins, lixo, serragem, restos de culturas e capinas, cama de estábulos ou galinheiros, bagaços, ou farinha de ossos e farinha de carne, entre outros, que se transformam em húmus e dessa forma é capaz de ativar e manter a vida do solo (FERNANDES; MELLO, 2000 citado por LIMA et. al., 2015).

A adição de matéria orgânica melhora, consideravelmente, as características físicas e biológicas do solo. Os maiores benefícios constatados são: redução do processo erosivo, maior disponibilidade de nutrientes às plantas, maior retenção de água, menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite, estímulo da atividade biológica, aumento da taxa de infiltração e maior agregação de partículas do solo (SANTIAGO; ROSSETO, 2015).

As vantagens da adubação orgânica são indiscutíveis e o uso de esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos que promovem melhoria da qualidade do solo.

3.3.1 Adubação com esterco

O esterco é o adubo orgânico de origem animal mais conhecido, é constituído de excrementos sólidos e líquidos de animais e pode estar misturado com restos vegetais. Sua composição é muito variada. São bons fornecedores de nutrientes, tendo o fósforo e o potássio com liberação mais rápida e o N fica na dependência da facilidade de degradação dos compostos. (KORNDÖRFER, 2015). Independente do tipo de animal, esse material só dever ser usado no solo quando estiver em estado de esterco, ou seja, quando a umidade estiver baixa e não apresentar odor característico.

Os esterco de animais são importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação, promovendo benefícios de ordem química, física e biológica do solo. A qualidade desse material varia com o tipo de animal e principalmente com o regime alimentar. (VITTI et al., 1995).

3.3.2 Esterco curtido de ovino

O esterco ovino é um material rico em carbono orgânico e ao ser adicionado no solo, parte dele é utilizado pelos microrganismos como fonte de energia, o que promove aumento da atividade microbiana e consequente liberação de CO₂. (FIGUEIREDO, 2012).

A utilização do esterco de ovino, assim como de outros adubos orgânicos, serve como alternativa para os agricultores, que devido ao aumento dos custos da adubação mineral, passaram a aproveitar esse material que geralmente era descartado na propriedade, para aumentar os níveis de fertilidade do solo. (SOUTO et al., 2005).

Em um estudo sobre a utilização do esterco de ovino como fonte de adubação orgânica, Pereira et al. (2014) apresentaram a seguinte tabela com as características químicas do esterco ovino que foi utilizado no experimento.

Tabela 1. Características químicas do esterco ovino utilizado como adubo orgânico

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	Ca	Umidade
- g kg ⁻¹					%
18,5	15,1	1,6	360	11	41

Fonte: PEREIRA et al. (2014)

Em outra pesquisa com a aplicação de diversos esterco, Brito et al. (2005) concluíram que o esterco de ovino foi o resíduo que determinou as principais alterações das propriedades químicas do solo, uma vez que em relação à testemunha, promoveu os maiores aumentos para cálcio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions.

Esse material também é usado na adubação de plantas forrageiras. Araújo Neto et al. (2014), ao avaliarem o desenvolvimento do sorgo forrageiro submetido a adubação com esterco ovino e bovino, em diferentes doses, concluíram que, para as variáveis: número de folha e altura de planta, o esterco de ovino apresentou melhor resultado quando comparado com o esterco de bovino, e isso se deve à maior concentração de nutrientes contidos no esterco ovino.

Nesse mesmo estudo, os autores compararam os atributos químicos do esterco de ovino e esterco bovino. Os valores são expressos na tabela a seguir:

Tabela 2. Atributos químicos de esterco de bovino e ovino como adubo orgânico

	Esterco Bovino	Esterco Ovino
Nitrogênio Total (%)	0,32	2,21
Fósforo (%)	0,14	0,46
Potássio (%)	0,23	1,91
Cálcio (%)	0,31	2,51
Magnésio (%)	0,17	0,63
Matéria Orgânica Total (%)	31,22	67,68

Fonte: “Adaptado de Araújo Neto et al. (2014)”

3.3.3 Adubação verde

A técnica de adubação verde consiste no plantio de espécies nativas ou introduzidas, cultivadas em rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico. Essas espécies podem ser de ciclo anual, semi-perene ou perene e, portanto, cobrem o terreno ao longo de meses ou durante todo o ano. Após seu corte, podem ser incorporadas ou mantidas em cobertura sobre a superfície do solo (ESPINDOLA et al., 2004).

Apesar da grande variedade botânica existente de espécies usadas como adubos verdes, as que mais se destacam para esse tipo de adubação são as leguminosas. As plantas desta família apresentam em suas raízes nódulos, em consequência da penetração de bactérias do gênero *Rhizobium*, e então acontece a simbiose: a planta fornece hidratos de carbono às bactérias e recebem em troca compostos nitrogenados. As leguminosas são consideradas ótimas para adubação verde por serem ricas em nitrogênio, por possuírem raízes ramificadas e profundas e por serem encontradas em grandes diversidades de clima e solo (KORNDÖRFER, 2015). Entre as leguminosas mais usadas na adubação verde e que são mais adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo se encontra a *crotalaria juncea*.

3.3.4 Adubação com *Crotalaria Juncea*

A *Crotalaria Juncea* é uma espécie de clima tropical da família das leguminosas usada como adubo verde devido possuir rápido crescimento,

supressão de ervas espontâneas e grande potencial de produção de biomassa (PEREIRA et. al., 2005).

Essa leguminosa é sensível ao fotoperíodo e por isso é necessária a adequação de seu uso mediante estratégias agronômicas, como a variação das épocas de semeadura. No estudo conduzido por Pereira et al., (2005), é possível observar a influência dos espaçamentos entre os sulcos e do período de semeadura da leguminosa.

Dessa forma, observou-se que a produtividade de biomassa aérea seca de crotalária foi elevada com o aumento de densidades de plantas e redução de espaçamentos entre sulcos de plantio, para ambos períodos avaliados (outono-inverno e primavera-verão). No período de outono-inverno, o maior rendimento foi obtido com sulcos espaçados de 30 cm, na densidade de 40 plantas por metro linear, alcançando produtividade de 6,8 (t ha⁻¹). No período primavera-verão, a maior produtividade de biomassa aérea foi obtida com sulcos espaçados de 30 cm, na densidade de 30 plantas por metro linear, alcançando 10,7 t ha⁻¹ (PEREIRA et. al., 2005).

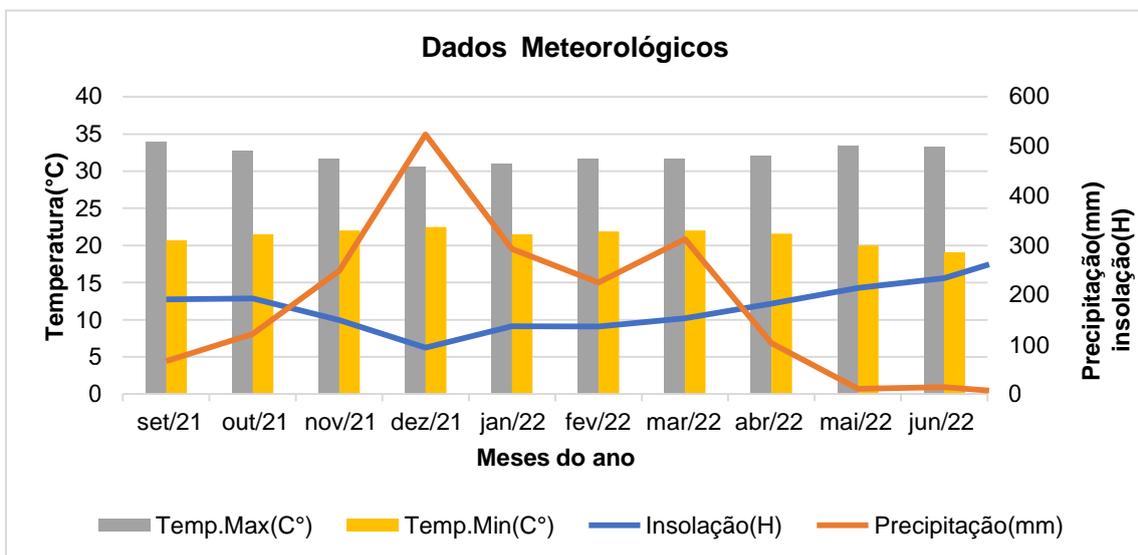
4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins (EMVZ/UFNT) localizada no Município de Araguaína- TO. A área utilizada não se encontrava em uso e passou por um processo de queima que ocorreu em 2019, na Universidade.

A área total utilizada no experimento foi de 510,60 m² e foi dividida em 16 parcelas de 24 m² cada, espaçadas uma das outras por um 1 metro.

O experimento teve duração de 10 meses, foi iniciado em setembro de 2021 e finalizado em junho de 2022. Foram coletadas informações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na estação meteorológica da própria EMVZ/UFNT, relacionados à temperatura máxima e mínima, insolação e precipitação, do período em que ocorreu o experimento.

Figura 1. Informações das médias de temperatura máxima e mínima, insolação e precipitação da estação meteorológica da EMVZ/UFNT, em Araguaína-TO.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

O estudo procedeu com avaliações das características agrônômicas da cultura do Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variedade BRS Ponta Negra destinada à alimentação animal, em estrutura experimental delineada em blocos casualizados com três tratamentos mais testemunha e quatro repetições.

Os tratamentos foram constituídos pela adubação verde, utilizando a espécie *Crotalaria Juncea*, adubação com esterco de ovino e *Crotalaria Juncea* + esterco de ovino, como fontes de adubação orgânica e a testemunha sem fornecimento de adubação orgânica.

Antes da implantação dos tratamentos, foi realizado o preparo do solo em que, inicialmente procedeu-se com limpeza da área de forma manual, fazendo o uso de enxadas e na sequência incorporação da vegetação cortada junto ao solo.

Para fins de caracterização química do solo foi coletada, antes da implantação dos tratamentos, uma amostra de solo em profundidade de até 0,20 m com o auxílio de um trado em oito pontos aleatórios de toda a área do experimento, ou seja, nessa primeira análise química, foi analisada apenas uma amostra paratoda a área, visto que esta ainda não estava dividida em parcelas.

Tabela 3. Composição química do solo antes da implantação dos tratamentos

pH	M.O	P	Ca ²⁺	Al ³⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺ +AL ³⁺	CTC	S.B	V	m
CaCl ²⁺	g Kg ⁻¹	mg/dm ⁻³	Cmol _c , dm ⁻³							%	
4,42	1,05	0,49	0,55	0,16	0,73	0,0051	0,45	1,73	1,29	74,26	11,1
Textura (%)											
		Areia		Arg.	Sil.	Classe					
		93,99		3,50	2,51	Arenoso					

pH= Potencial Hidrogeniônico; M.O= Matéria Orgânica; CTC= Capacidade de Troca de Cátions; S.B= Soma das bases; V= Saturação por bases; m= Saturação por alumínio;

Após o término do experimento, foi realizada outra análise química, foram coletadas amostras, com a mesma profundidade da primeira análise, de cada área dos tratamentos, bem como a testemunha.

Tabela 4. Composição química do solo após implantação dos tratamentos

T*	pH	M.O	P	Ca ²⁺	Al ³⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺ +AL ³⁺	CTC	S.B	V	m
	CaCl ²	g Kg ⁻¹	mg/dm ⁻³	Cmol _c , dm ⁻³							%	
E.O.C	5,39	1,86	0,91	1,13	0,05	0,77	0,0058	2,28	4,18	1,90	46,85	2,78
E.O	5,20	1,48	0,80	0,89	0,04	0,63	0,0051	2,08	3,60	1,23	42,13	2,59
C+	4,90	1,67	0,56	0,97	0,08	0,57	0,0045	2,10	3,63	1,54	41,91	6,02
TES.	4,60	1,25	0,55	0,64	0,11	0,59	0,0051	2,44	3,67	1,23	33,48	8,55

T*= tratamento; E.O.C= Esterco Ovino + Crotalaria; E.O= Esterco Ovino; C+= Crotalaria; TES.= Testemunha; pH= Potencial Hidrogeniônico; M.O= Matéria Orgânica; CTC= Capacidade de Troca de Cátions; S.B= Soma das bases; V= Saturação por bases; m= Saturação por alumínio;

Com base nas informações da caracterização química do solo antes da implantação do experimento (Tabela 3), foi feita a correção da área experimental com as seguintes doses de recomendação: 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 0,33 t ha⁻¹ de gesso agrícola e 1,57 t ha⁻¹ de pó de brita, valor menor que o sugerido por Kiehl (2002) que recomenda cerca de 50 a 100 t ha⁻¹, distribuídos em toda área experimental. (Figura 2).

Figura 2. Aplicação do pó de brita (A) e de calcário (B)



Fonte: Fotos da autora

Foi realizado o levantamento de informações sobre a umidade do solo, antes da implantação da cultura, no plantio, durante o ciclo da cultura e após a colheita junto às parcelas dos diferentes tratamentos.

Para a alocação do tratamento com o esterco curtido de ovino, foram depositados 58 kg desse material em cada parcela destinada ao tratamento e distribuído a lanço, uniformemente por toda a área da parcela e incorporado no solo (Figura 3). Esse material foi obtido em uma propriedade vizinha da EMVZ/UFNT, já em estado de curtido e foi transportado para a área do experimento.

Figura 3. Aplicação (A) e incorporação (B) do esterco ovino no solo



Fonte: Fotos da autora

Para o tratamento com o uso da espécie de *Crotalária Juncea*, foi realizada a semeadura manual, com espaçamento entre linhas de 0,80 m e 0,30 m entre covas. Aproximadamente 90 dias após o plantio, foi realizado o corte e incorporação da crotalária (Figura 4), quando esta estava no início da fase de floração (mais de 50% da área se encontrava nessa condição). Após um período de descanso de nove dias da crotalária no solo, procedeu-se com a semeadura da cultura do sorgo.

Figura 4. Corte (A) e Incorporação (B) da crotalária no solo



Fonte: Fotos da autora

Para a alocação do terceiro tratamento (*Crotalaria Juncea* + esterco ovino) os métodos de plantio/incorporação da planta e distribuição do esterco foram os mesmos usados nos tratamentos anteriores.

Após a alocação de todos os tratamentos, foi feita a semeadura do sorgo Ponta Negra em linhas espaçadas a 0,80 m de distância (Figura 5), realizada no dia 22 de fevereiro.

Foi realizado o controle populacional das plantas, por meio do desbaste, ficando uma quantidade de 10-12 plantas por metro linear em cada linha. A colheita da cultura foi feita manualmente (Figura 5) 88 dias após o plantio e para as avaliações das características agronômicas, foram consideradas as plantas das três linhas centrais, sendo que as duas linhas externas e 1,0 m da extremidade de cada linha constituíram as bordaduras.

Figura 5. Semeadura (A) e colheita (B) do sorgo



Fonte: Fotos da autora

Da quantidade colhida, foram separadas subamostras de 12 plantas de cada tratamento e repetições, nas quais foi feita a separação em folhas, colmos, material morto e panículas. Essas amostras foram pesadas e em seguida levadas para estufa de ventilação forçada a 55 °C, onde permaneceram até atingir o peso constante; após esse período, as amostras foram pesadas novamente para obtenção da porcentagem de matéria seca.

Foi realizado também avaliações do número e altura de plantas, diâmetro do colmo e tamanho da panícula, produção de massa seca total ($t\ ha^{-1}$) de 12 plantas de cada tratamento e repetições.

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.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O atributo agronômico, número de planta, foi maior para o tratamento Esterco Ovino + Crotalária (Tabela 5). A superioridade deste tratamento corresponde a 25,75% com relação à média do número de plantas dos demais tratamentos, que não se diferiram significativamente pelo teste “t” student ($P < 0,05$).

O efeito do tratamento Esterco Ovino + Crotalária sobre o número de planta pode ser atribuído à alta concentração de nutrientes presentes na composição química do esterco de ovino, mostrada na tabela 2, adaptada de Araújo Neto et al. (2014) e também pela composição química da *Crotalária Juncea* definida por Korndörfer (2015) em um estudo sobre adubos verdes, com os seguintes valores, (em % na matéria seca): 2,01% de Nitrogênio (N), 0,36% de Fósforo (P), 2,43% de Potássio (K), 1,43% de Cálcio (Ca) e 0,44% de Magnésio (Mg).

Além disso, a tabela 4 mostra que o tratamento Esterco Ovino + Crotalária melhorou as condições químicas do solo, aumentando as concentrações de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas parcelas correspondentes a este tratamento.

A concentração de cálcio aumentou mais de 50% no tratamento Esterco Ovino + Crotalária, quando comparado com sua concentração na primeira análise química (Tabela 3). Esse elemento é essencial para neutralizar os efeitos prejudiciais de elementos tóxicos nos tecidos vegetais e favorece a absorção de nutrientes através do sistema radicular. Em condições de deficiência de cálcio, há uma acentuada redução no crescimento das plantas e ausência de perfilhamento. (VASCONCELLOS, 1982).

Em relação à altura de planta, houve diferença para todos os tratamentos, sendo o tratamento Esterco Ovino + Crotalária o que mais se destacou. Nos demais tratamentos, os maiores valores encontrados foram, respectivamente para o tratamento Esterco ovino, Crotalária e Testemunha, sendo que este último é 65,14% inferior ao tratamento Esterco Ovino + Crotalária. Neste sentido, pode-se afirmar que a presença do cálcio interferiu também na variável altura de planta, visto que o maior valor para este atributo foi encontrado no tratamento onde se encontra as maiores concentrações deste elemento.

Observa-se que os tratamentos que continha o esterco ovino como fonte de adubação apresentaram os melhores resultados, e a eficiência do uso desse resíduo

também foi mostrada por Araújo Neto et al. (2014), que comparou duas fontes de adubos orgânicos, esterco ovino e esterco bovino, na cultura do sorgo, onde o esterco ovino apresentou melhor resultado quando comparado com o esterco bovino, para a variável altura de planta. Souza et al. (2021) também obtiveram em seu estudo sobre o desenvolvimento do sorgo em função de diferentes adubos e densidades de plantas os melhores resultados utilizando o esterco de ovino, para a variável altura de planta.

Tabela 5. Atributos agronômicos da cultura do sorgo submetida a fontes de adubação orgânica

Tratamento	Nº de planta	Altura de planta (cm)	Diâmetro do colmo (cm)	Tamanho da panícula (cm)
Est. Ov + Crota	263.888,89 ^a	109 ^a	0,52 ^a	14,60 ^a
Est. Ov	202.083,33 ^b	90 ^b	0,49 ^a	13,08 ^a
Crota	202.777,78 ^b	70 ^c	0,51 ^a	5,59 ^b
Test.	182.986,11 ^b	38 ^d	0,39 ^b	4,32 ^b
CV (%)	6,61	10,85	5,39	47,80

Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste T (P<0,05).

Est. Ov + Crota= Esterco Ovino + Crotalária; Est. Ov= Esterco Ovino; Crota= Crotalária; Test.=Testemunha.

Se tratando do atributo diâmetro do colmo, os tratamentos Esterco Ovino + Crotalária, Esterco Ovino e Crotalária não diferiram entre si e a média de seus valores apresenta superioridade equivalente a 0,12 cm a mais que o valor do tratamento testemunha (Tabela 5). Essa diferença ocorre pelo fato de o tratamento testemunha ter recebido apenas a adubação de correção, além disso, pode-se perceber na tabela 3 que o solo da área experimental possui textura arenosa e pH ácido, que dificulta o crescimento e desenvolvimento da cultura.

Nesse estudo, foi observado que todos os tratamentos apresentaram panículas nas respectivas plantas e que, conforme mostrado na tabela 5 o tamanho da panícula foi semelhante para os tratamentos Esterco Ovino + Crotalária e Esterco Ovino. Os tratamentos Crotalária e Testemunha também não diferiram, e sua média foi aproximadamente 9 cm inferior que a média dos dois primeiros tratamentos.

Com relação ao tamanho da panícula, os tratamentos Esterco Ovino + Crotalária não diferiram, o mesmo ocorreu para os tratamentos Crotalária e Testemunha, sendo a média dos dois primeiros tratamentos 64,16% a mais que a média dos dois últimos tratamentos (Tabela 5). O menor valor se refere ao

tratamento testemunha, que pode ser justificado pela queda da precipitação e temperatura (Figura 1) justamente no período de floração e crescimento da panícula (mês de maio). Esses fatores, juntamente com a exposição do solo desse tratamento à insolação, pela ausência de matéria orgânica como cobertura morta, provocou diminuição da umidade e comprometeu o desenvolvimento da planta. Por essas razões, a colheita do sorgo também teve de ser antecipada.

Para conhecer detalhadamente a composição e compreender as respostas fisiológicas da planta, foi feita a divisão em termos de folha, colmo, panícula e matéria morta (Tabela 6).

Nota-se que a porcentagem de folha foi maior para o tratamento testemunha, mesmo possuindo plantas de menor altura, como observado na tabela 5. A menor porcentagem de folha foi encontrada no tratamento com Esterco Ovino + Crotalária (Tabela 6). O fato de o testemunha ter tido a maior relação de folha pode estar relacionado ao estresse hídrico e à falta de matéria orgânica no solo para fornecimento de nutrientes e para diminuir a temperatura. Nessas condições, a planta tende a senescer mais precocemente, com maior e mais rápida deposição de tecido secundário, fazendo com que o peso da folha aumente em relação às plantas dos demais tratamentos que se desenvolveram normalmente para os outros atributos.

Além disso, outro fator que pode ter levado ao melhor desempenho do tratamento testemunha para este atributo é a possibilidade de carreamento do esterco ovino, que devido à declividade da área pode ter sido transferido para parcelas correspondentes a este tratamento.

A porcentagem de colmo não diferiu entre os tratamentos Esterco Ovino + Crotalária, Esterco Ovino e Crotalária, e estes obtiveram média equivalente a 24,36% a mais que o tratamento testemunha (Tabela 6). Isso significa que as plantas que constituíram o tratamento testemunha não encontraram condições adequadas para se desenvolverem. A razão desse fato, entre outros fatores, pode estar relacionada à menor concentração de cálcio, fósforo e matéria orgânica e à maior concentração de alumínio e menor pH do solo, no tratamento testemunha, quando comparado aos demais tratamentos, conforme mostrado na tabela 4.

Tabela 6. Porcentagem de folha (FO), colmo (CL), panícula (PN), matéria morta (MM) e produção de matéria seca (PMS) em t ha⁻¹.

Tratamento	FO (%)	CL (%)	PN (%)	MM (%)	PMS (t ha ⁻¹)
Est. Ov + Crota	23,63 ^b	63,89 ^a	4,87 ^{ab}	7,61 ^b	10,31 ^a
Est. Ov	24,89 ^b	61,95 ^a	5,25 ^a	7,91 ^b	7,65 ^{ab}
Crota	30,78 ^{ab}	58,25 ^a	1,68 ^b	9,29 ^{ab}	4,11 ^{ab}
Test.	36,59 ^a	46,41 ^b	1,73 ^b	15,26 ^a	2,52 ^b
CV (%)	18,21	10,85	61,19	39,85	65,92

Médias seguidas de letra diferente na coluna diferem entre si pelo teste T (P<0,05).

Est. Ov + Crota= Esterco Ovino + Crotalária; Est. Ov= Esterco Ovino; Crota= Crotalária; Test=Testemunha.

Com relação à porcentagem de panícula, os tratamentos Esterco Ovino + Crotalária e Crotalária não tiveram diferenças significativas, sendo que o segundo tratamento obteve o maior valor: 5,25% (Tabela 6). Essa quantidade é consideravelmente baixa e pode estar relacionada às altas temperaturas que ocorreram durante a fase de desenvolvimento da cultura, à baixa precipitação (Figura 1) e umidade (Tabela 7) na época de inflorescência e corte do sorgo (mês de maio).

A porcentagem de matéria morta foi maior para o tratamento testemunha e Crotalária. Os tratamentos Esterco Ovino + Crotalária e Esterco Ovino apresentaram a menor proporção de matéria morta (Tabela 6). Através desses resultados, é possível observar que a variável matéria morta está diretamente relacionada à porcentagem de folhas, logo os tratamentos que tiveram maior porcentagem de folhas (testemunha e crotalária) foram os mesmos que apresentaram maiores quantidades de matéria morta. Além disso, o tratamento testemunha obteve menor umidade (0,36%) no mês de maio (Tabela 7) época da colheita da cultura, assim essa condição pode ter proporcionado aumento da produção de matéria morta na planta.

A produção de matéria seca variou de 2,52 a 10,31 t ha⁻¹, sendo que o menor valor se refere à testemunha e o maior valor ao tratamento Esterco Ovino + Crotalária (Tabela 6). Essa variação foi maior que a encontrada por Elias et al. (2016), que em seu estudo sobre características agrônômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto, obteve médias de produção de matéria seca oscilando de 2,02 a 6,05 t ha⁻¹.

Se tratando das avaliações dos indicadores de saúde do solo, é possível observar que o tratamento Esterco Ovino + Crotalária foi o que mais aumentou os níveis de matéria orgânica do solo (Tabela 4).

De maneira geral, todos os tratamentos bem como a testemunha melhoraram a composição química do solo, aumentando os níveis de matéria orgânica, fósforo e cálcio,

(Tabela 4) quando comparada com a primeira análise mostrada na tabela 3. Em contrapartida, o nível de alumínio diminuiu para todos os tratamentos.

O alumínio é um elemento tóxico que limita a produtividade do sorgo em solos ácidos, interfere na absorção, transporte e utilização de vários elementos essenciais à nutrição mineral do sorgo, tais como: Ca, Mg, K, Fe, P e outros. (VASCONCELLOS, 1982).

A recuperação de solos degradados é um processo lento e demorado; este foi apenas o início desse processo. Observa-se, de antemão, que as fontes de adubação orgânica melhoraram tanto as características agrônômicas do sorgo, como também a composição química do solo.

Com relação à umidade, é possível observar na tabela 7 que houve variação de umidade para todos os tratamentos nas diferentes fases de coleta, exceto para o tratamento Crotalária que não variou a umidade nas fases de implantação e ciclo da cultura.

Tabela 7. Variação da umidade do solo em função do tipo de adubação orgânica e da fase de implantação da cultura do sorgo.

Coleta da Umidade do Solo	EO+CROT	EO	CROT	TEST	Média
*Solo Umi CR	5,21 ^{aC}	3,99 ^{cC}	4,44 ^{bB}	4,01 ^{bcC}	4,41 ^B
*Solo Umi A1	5,69 ^{aB}	5,19 ^{bB}	5,97 ^{aA}	5,94 ^{aA}	5,70 ^A
*Solo Umi A2	6,04 ^{aA}	5,54 ^{bA}	5,82 ^{abA}	5,40 ^{bB}	5,70 ^A
*Solo Umi A3	1,27 ^{aD}	1,21 ^{aD}	1,40 ^{aC}	1,43 ^{aD}	1,33 ^C
*Solo Umi A4	0,36 ^{aE}	0,33 ^{aE}	0,39 ^{aD}	0,37 ^{aE}	0,36 ^D
Média	3,71 ^a	3,25 ^c	3,60 ^{ab}	3,43 ^{bc}	

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha ou coluna se diferem pelo teste "t" student a 5 % Probabilidade de erro tipo I

*Solo Umi CR- coleta referência da umidade do solo antes da implantação da cultura em 28 de dezembro de 2022; *Solo Umi A1 — primeira coleta da umidade do solo na implantação da cultura em 22 de fevereiro de 2022, *Solo Umi A2 — segunda coleta da umidade do solo durante o ciclo da cultura em 30 de março de 2022, *Solo Umi A3 — terceira coleta da umidade do solo, antes do corte da cultura em 04 de maio de 2022 e *Solo Umi A4 — quarta e última coleta da umidade do solo após a colheita da cultura em 29 de junho de 2022.

EO+CROT= Esterco Ovino + Crotalária; EO= Esterco Ovino; CROT= Crotalária; TEST= Testemunha.

A variação da umidade do solo durante o período de desenvolvimento da cultura se deve às mudanças ocorridas na precipitação e insolação nesse mesmo período (Figura 1), além da influência da matéria orgânica depositada no solo, visto

que esses fatores, juntamente com a composição mineralógica, textura, cobertura vegetal, matéria orgânica, temperatura e relevo influenciam na umidade do solo.

Klein e Klein (2014) argumentam que quanto maior a precipitação, maiores serão as taxas de infiltração e maior será a umidade. Isso explica o fato da umidade do solo ter sido menor nos meses maio e junho (Solo Umi A3 e Solo Umi A4), conforme mostra a tabela 7, em razão dos baixos índices de precipitação e alta insolação ocorrida nesses dois meses. (Figura 1).

A textura interfere nas taxas de infiltração da água no solo uma vez que determina a quantidade, disposição geométrica e volumétrica dos macroporos no perfil dos solos. Assim, geralmente solos arenosos possuem elevadas taxas de infiltração que os solos de textura fina. (SANTOS e PEREIRA, 2013).

Neste caso, pode-se considerar que a baixa umidade, observada na tabela 7 para todos os tratamentos, pode ser em razão da textura do solo da área experimental, que é predominantemente arenosa (Tabela 3). Esse fator pode ser revertido com o passar do tempo, continuando com o uso de adubação para aumentar os níveis de matéria orgânica no solo.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos, conclui-se que as fontes de adubação orgânica melhoraram as características agronômicas do sorgo Ponta Negra, e podem ser usadas como alternativa na adubação do sorgo.

A adubação com Esterco Ovino + Crotalária foi a que mais se destacou, obteve os maiores resultados de produção de massa seca e proporcionou os melhores resultados para a maioria dos atributos avaliados, exceto porcentagem de folhas, panícula e matéria morta.

Todos os tratamentos, inclusive o testemunha, melhoraram a composição química e aumentaram os níveis de matéria orgânica no solo, porém o desempenho do Testemunha foi menor para a maioria dos atributos avaliados, além deste ter tido a menor produção de matéria seca.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhando com esterco ovino tem que se tomar cuidado com a declividade da área, devido à forma desse resíduo, que pode ser carregado para outras áreas.

É importante dar-se continuidade no uso da área experimental, seguindo com aplicações de material orgânico no solo e utilizando o método de rotação de culturas, com o uso de outras espécies, por exemplo, o feijão-caupi.

Espera-se que nos próximos anos os teores de matéria orgânica no solo da área experimental sejam maiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDO, Maria Teresa. (2006). **Recuperação de solos degradados pela agricultura**. 10.13140/RG.2.1.3959.2487. disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275342277_recuperacao_de_solos_degradados_pela_agricultura>. Acesso em 20 nov. 2021.
- ALCÂNTARA, Flávia Aparecida de et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 277-278, fev. 2000.
- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável** / Miguel Altieri. – 4.ed. – Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004. Disponível em: <https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia_short_port.pdf>. Acesso em: 26 Jan. 2022
- ARAÚJO NETO, Renato Américo de et al. Desenvolvimento do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) forrageiro submetido a diferentes tipos e doses de adubação orgânica. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 12, n. 1, p. 31-40, nov. 2014. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/1278>>. Acesso em: 21 jul. 2022. <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/26889>>. Acesso em: 13 ago. 2022.
- ASSIS, R. L. de. **Agroecologia no Brasil: Análise do processo de difusão e perspectivas**. 169f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.
- AZEVEDO, Elaine de; PELICIONI, Maria Cecília Focesi. **Promoção da saúde, sustentabilidade e agroecologia: uma discussão intersectorial**. Saúde Soc. São Paulo. São Paulo, ano 3, n. 20, p. 715-729, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/yhS4qHnHjDfx6nmMpBBYPjk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 10 jul.2022.
- BEHLING, Maurel. Interpretação e Recomendação de Calagem e Adubação. **Embrapa**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/35348399/Interpreta%C3%A7%C3%A3o+e+recomenda%C3%A7%C3%A3o+de+calagem+e+aduba%C3%A7%C3%A3o+-+Maurel+Behling/f51e8ad7-7316-dbda-e18e-f45779c6b539?version=1.0> Acesso em 20 ago. 2022.
- BORGES, Tatyana Keyty de Souza et al. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. 2014, v. 38, n. 6, pp. 1862-1873. Epub 30 Jan 2015. ISSN 1806-9657. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000600021>>. Acesso em 15 Ago 2022.
- BRITO O.R; VENDRAME P.R.S; BRITO R.M. 2005. **Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a tratamentos**

com resíduos orgânicos. Semina: Ciências Agrárias 26: 33-40. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744074005.pdf>> . Acesso em 28 Jan. 2022.

BUSO, Willian Henrique Diniz et al. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/WilianBuso/publication/291137003_Utilizacao_do_sorgo_forrageiro_na_alimentacao_animal/links/569e3b3c08ae00e5c9919cef/Utilizacao-do-sorgo-forrageiro-na-alimentacao-animal.pdf>. Acesso em: 10 Dez de 2021.

DUARTE Jason de Oliveira; RUBENS Augusto de Miranda; **Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção**, 2 ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica - 9^a edição. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducao1d=8301&p_r_p_-996514994_topicoid=9213>. Acesso em: 16 jul. 2022.

-----DUARTE, Jason de Oliveira. Cultivo do Sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**, S/L, v. /, n. /, p. 1-13, set. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27071/1/Mercado-comercializacao.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DROGAS E CRIME (**UNODC**) Disponível em: <https://www.unodc.org/lpo-brazil/pt/crime/embaxadores-da-juventude/conhea-mais/a-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentvel.html>. Acesso em 26 Jan. 2022.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L., GUERRA, J.G. M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/627829/estrategias-para-utilizacao-de-leguminosas-para-adubacao-verde-em-unidades-de-producao-agroecologica>>. Acesso em: 28 Jan. 2022.

FERREIRA, Charles Aparecido Gonçalves. Informe Agropecuário. **Informe Agropecuário: Agricultura e Ambiente**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 1-132, fev. 2000. Disponível em : <https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Schindwein-2/publication/342662642_Bioindicadores_de_qualidade_e_de_impactos_ambientais_da_atividade_agropecuaria/links/5eff2c8b458515505087ade5/Bioindicadores-de-qualidade-e-de-impactos-ambientais-da-atividade-agropecuaria.pdf#page=129>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FIGUEIREDO, Cícero Célio et al. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira** [online]. 2012, v. 30, n. 1 [Acessado 28 Janeiro 2022] , pp. 175-179. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100029>>. Acesso em 28 Jan. 2022.

FLARESSO, Jefferson Araujo, et al. Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. 2000, v. 29, n. 6 pp. 1608-1615.

08 Out 2002. ISSN 1806-9290. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000600003>>. Acesso em 13 ago. 2022.

FONTANEL, Renato Serena. **TERMINOLOGIAS IMPORTANTES EM PRODUÇÃO ANIMAL**. Capítulo 18, p. 509-530. ILPF - Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap18.pdf>> Acesso em 27 Jan. 2022.

-----FONTANELI Roberto Serena e FONTANELI Renato Serena. **QUALIDADE E VALOR NUTRITIVO DE FORRAGEM**. Capítulo 1, p. 27-49. ILPF - Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap1.pdf>>. Acesso em 26 Jan. 2022.

FRANCO, Avílio et al. Revegetação de solos degradados. **Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Centro de Pesquisa de Agrobiologia, S.L**, v. /, n. 09, p. 1-9, dez. 1992. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27134/1/cot009.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

GUIMALHÃES, P. C et al., Tanino no grão de sorgo bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas: **Embrapa**. –CNPMS, 1997. 26 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37597/1/circ-27.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2022.

KIEHL, Fertilizante que vem das pedreiras. **Pesquisa FAPESP**. Edição 72. Fev. 2002. Disponível em: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/fertilizante-que-vem-das-pedreiras/#:~:text=A%20vantagem%20do%20material%20sobre,hectare%20para%20obter%20a%20fertiliza%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 20 Ago. 2022.

KLEIN, Claudia e KLEIN Vilson Antonio. 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: 15 Ago. 2022.

KÖLLING, Gabrielle Jacobi et al. Agricultura e agroecologia: possibilidades de um novo mercado sustentável. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, {S.L}, v. 6, n. 2, p. 99-118, dez. 2020. Disponível em: <<https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/6997/pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

KORNDÖRFER, G.H. **Adubação Orgânica**: 2015. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/apostila.htm>> . Acesso em 28 Jan. 2022.

LAZZARI, Francini Meneghini et al. Revolução verde: impactos sobre os conhecimentos tradicionais. In: 4º Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade, 4., 2017, Santa Maria. **Anais do 4º Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede**. Santa

Maria: [S.N.], 2017. p. 1-16. Disponível em:
<<http://coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2017/4-3.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LUZZI, Nilsa. **O DEBATE AGROECOLÓGICO NO BRASIL: UMA CONSTRUÇÃO A PARTIR DE DIFERENTES ATORES SOCIAIS**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em:
<<https://tede.ufrj.br/bitstream/tede/693/1/2007%20-%20Nilza%20Luzzi.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). NAÇÕES UNIDAS, BRASIL. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 27 Jan. 2022.

PEREIRA, Arison José et al. **Embrapa Agrobiologia. Desempenho agrônomo de *Crotalaria juncea* em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/628524/desempenho-agronomico-de-crotalaria-juncea-em-diferentes-arranjos-populacionais-e-epocas-do-ano>>. Acesso em 28 de Jan. 2022.

PEREIRA, Dercio Ceri et al. ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ALGUMAS APLICAÇÕES AGRÍCOLAS. **Revista Varia Scientia Agrárias**, S/L, v. 3, n. 2, p. 159-174, jul. 2013. Disponível em:
<<https://erevista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/3813/6251>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

PEREIRA, Tiago de Araújo et al. Esterco ovino como fonte orgânica alternativa para o cultivo do girassol no semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 59-64, mar. 2014. Disponível em: <<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

RIBAS, Paulo Motta. **Embrapa Milho e Sorgo. Cultivo do Sorgo. Importância econômica**. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 4^a edição. Disponível em:
<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/491783/4/Importanciaeconomica.pdf>>. Acesso em: 27 Jan. 2022.

RODRIGUES FILHO, Osvaldo et al. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006. Disponível em:
<<https://revistas.ufg.br/vet/article/view/389>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

RUBENS Rizek JR. Secretaria do meio Ambiente. **Cadernos de Educação Ambiental. Agricultura Sustentável**. São Paulo: [S.N.], 2014. 72 p. Disponível em:
<<arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/13-agricultura-sustentavel1.pdf>>. Acesso em: 20 Jan. 2022.

SANTIGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html. Acesso em 27 Jan. 2022.

SANTOS, Fredolino Giacomini dos et al. BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Sete Lagoas, Minas Gerais. ISSN 1679-0162. Set. 2007. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/474346/1/Com145.pdf>> Acesso em 20 jul. 2022.

SANTOS, José e PEREIRA, Ediléa. (2013). CARTA DE SUSCEPTIBILIDADE A INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO NA SUB-BACIA DO RIO MARACANÃ-MA. **Cadernos de Pesquisa**. 10.18764/2178-2229.v20n.especialp63-71. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330861090_CARTA_DE_SUSCEPTIBILIDADE_A_INFILTRACAO_DA_AGUA_NO_SOLO_NA_SUB-BACIA_DO_RIO_MARACANA> Acesso em: 15 Ago 2022.

SILVA, Aline Aurea F.; et al. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, v. 13, n. 1, p. 33-38, maio 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/8jHFHdxJfqqrkvgSyPVLswv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SOUTO, Patrícia Carneiro et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 125-130, fev. 2005. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832005000100014>> Acesso em: 18 jul. 2022.

SOUZA, Antonio Ivanilson Moreira et al. Avaliação do desenvolvimento do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) em função de diferentes adubos e densidades de plantas aos 60 e 90 dias de emergência / evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) development as a function of different fertilizers and plant densities at 60 and 90 days of emergence. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 29671-29677, 2021. Brazilian Journal of Development. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n3-606>>. Acesso em: 13 Ago. 2022.

SOUZA, Eliana Lino de et al. Plantas forrageiras para pastos de alta produtividade. **Revista Eletrônica Nutritime**. Vol. 15, Nº 04, jul./ ago.de 2018 ISSN: 1983-9006 www.nutritime.com.br. Disponível em: <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/forragens/artigos/PLANTAS%20FORRAGEIRAS%20PARA%20PASTOS%20DE%20ALTA%20PRODUTIVIDADE.pdf>>. Acesso em: 28 de Jan. 2022.

VALENTE, Andria Simone Oliveira et al. Práticas agroecológicas em sistemas de uso da terra em uma comunidade rural na Amazônia Oriental, Brasil. **Espacios**, [s. l], v. 38, n. 22, p. 1-10, 14 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p10.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

VASCONCELLOS, Carlos Alberto et al. Adubação e calagem na cultura do sorgo. **RECOMENDAÇÕES PARA O CULTIVO DO SORGO. Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS**, n. 1, p. 21-30, 1982. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47013/1/Circ-1-Adubacao-calagem.pdf>> . Acessado em 14 ago. 2022.

VITTI, Godofredo Cesar et al. Fertirrigação: condições e manejo. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 21., Petrolina, 1995. Anais. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.195-271. Disponível em: https://uspdigital.usp.br/apolo/apoObterAtividade?cod_oferecimentoatv=11408. Acesso em: 18 jul. 2022