



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ANA PAULA FERREIRA BARBOSA

ADUBOS VERDES EM CONSÓRCIO COM SISTEMA AGROFLORESTAL

**Araguatins – TO
2019**

ANA PAULA FERREIRA BARBOSA

ADUBOS VERDE EM CONSÓRCIO COM SISTEMA AGROFLORESTAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profº Dr. Idelfonso Colares de Freitas

Coorientador: Profº Me. Miguel Camargo da Silva

Araguatins – TO

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ADUBOS VERDES EM CONSÓRCIO COM SISTEMA AGROFLORESTAL"

AUTOR (A): Ana Paula Ferreira Barbosa

ORIENTADOR (A): Prof. Dr. Idelfonso Colares de Freitas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 29 de novembro de 2019.

Prof. Dr. Idelfonso Colares de Freitas
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Msc. Ruy Borges da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

B238a Barbosa, Ana Paula Ferreira
 Adubos verdes em consórcio com o sistema agroflorestal / Ana
 Paula Ferreira Barbosa. – Araguatins, TO, 2019.
 38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2019.

Orientador: Dr. Idelfonso Colares de Freitas
Coorientador: Me. Miguel Camargo da Silva

1. Conservação dos solos. 2. SAF's. 3. Manejo sustentável. I.
Freitas, Idelfonso Colares de. II. Silva, Miguel Camargo da. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

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

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Lucivanda Pereira Ferreira e Adelman Pereira Barbosa, aos meus irmãos Afonso Henrique Ferreira Barbosa e Adelman Júnior Ferreira Barbosa, por todo amor e apoio. A minha tia Lucinalva Ferreira, por não deixar que eu desistisse do meu sonho, e a minha madrinha Darcilene Pereira Ferreira e a minha tia Liliane Pereira Ferreira, por toda a ajuda, e a minha família e amigos, especialmente a Rafaela Matos Araújo, Rakelyne Costa de Souza, José Felipe Tavares de Almeida e ao João Felipe Maia Dias, que incansavelmente me apoiaram e me incentivaram durante a graduação.

AGRADECIMENTOS

Sinto-me muito grata por atingir mais um objetivo em minha caminhada acadêmica e profissional. Mas não cheguei até aqui só, sempre tive ao meu lado pessoas importantes e especiais, que me apoiaram e me incentivaram a ser uma profissional/estudante melhor a cada dia. A princípio agradeço a Deus por ter me dado a graça de começar e finalizar a graduação, que apesar de todos os problemas sempre se manteve comigo, me mostrando que precisamos tornarmos mais fortes e seguir em frente, apesar de toda a adversidade.

Ao meu orientador Dr. Idelfonso Colares de Freitas por me orientar e me incentivar a ser uma estudante/pesquisadora melhor a cada dia, por enriquecer as minhas ideias, pelas críticas nos momentos corretos, e por toda paciência que teve comigo durante o curso e o Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço ao meu coorientador Msc. Miguel Camargo por ser uma pessoa que só merece elogios, que sempre esteve pronto a tirar minhas dúvidas, por me ajudar sempre que precisei e me direcionar a resolver os problemas de campo da forma correta e sábia, e por toda atenção que teve comigo.

Agradeço com muito carinho ao Prof. Dr. Raimundo Laerton Leite e o Prof. Msc. Ruy Borges da Silva, por terem aceitados o convite de estarem presentes na minha banca de defesa, e por todas as contribuições que fizeram tanto na correção do trabalho, como na apresentação do meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao meu irmão Afonso Henrique Ferreira Barbosa e aos meus amigos, José Felipe Tavares de Almeida, João Felipe Maia Dias e Rakelyne Costa de Souza, que não mediram esforços para me ajudar desde a instalação até as últimas análises da pesquisa, e por sempre estarei ao meu lado me ajudando e me auxiliando nos momentos mais difíceis, serei eternamente grata por toda ajuda e paciência que tiveram comigo, e aos meus amigos da turma de 2015.1, Vanice Conceição, Norton Balby, Fernando José Borges, Danielly Pereira, Eli Cristina e Ana Cristina Gomes, muito obrigada por tudo durante as nossas jornada acadêmica.

Em especial, a minha melhor amiga Rafaela Matos Araújo, que incansável me ajudou muito tanto na pesquisa como em minha formação acadêmica, me dando suporte, conselhos e me incentivando a não desistir e enfrentar os obstáculos que surgiram. Agradeço a Deus por sua amizade e por não desistir de mim, e principalmente por me aturar, coisa que não foi fácil.

Agradeço também os professores Dr. Raimundo Laerton Leite, Msc. Alessandro Silva de Oliveira, Msc. Ana Gabriela Carvalho Rodrigues do Nascimento, Dr. Roberta de Freitas Souza Lobo e a Dr. Poliana Mendes Avelino de Carvalho por despertarem o desejo e a paixão pela pesquisa, por sempre estarem dispostos a tirar as minhas dúvidas e por me ensinar a ser uma estudante melhor a cada dia.

E aos demais professores e os funcionários da Instituição, que diretamente e indiretamente me ajudaram durante o curso, agradeço a atenção e dedicação comigo durante este tempo. E por fim e não menos importante, agradeço particularmente a minha família, que não mediram esforços para que concluísse a graduação, e por compartilhar comigo todas as minhas conquistas.

RESUMO

Os sistemas agroflorestais (SAF's) vem sendo muito utilizado como alternativa para pequenos produtores na região Amazônica. Uma das opções deste manejo é a consorciação com adubos verdes. Esta técnica contribui com o aumento da sustentabilidade desses sistemas, pois promove a conservação do solo, ciclagem de nutrientes, além de outros benefícios ao solo. Diante disto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de seis adubos verdes em consórcio com o sistema agroflorestal, como técnica de manutenção/melhoria da fertilidade do solo na pré-Amazônia. O estudo foi conduzido no setor de agricultura III, dentro do sistema agroflorestal (SAF) do IFTO-Campus Araguatins já existente na área há 3 anos. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos (seis adubos) e 4 repetições, totalizando 24 parcelas de 16m². As variáveis analisadas foram: altura das plantas, diâmetro do caule, produção de fitomassa verde e seca da parte aérea, e produção de matéria verde e seca do sistema radicular. Com relação a produção de massa verde e seca da parte aérea, as espécies que obtiveram maiores valores foram o feijão de porco e o milheto BRS 1501, e entre as leguminosas testadas, a crotalária juncea apresentou maiores rendimentos de massa seca e verde das raízes, o que pode contribuir, significamente, para a sustentabilidade ambiental dos agroecossistemas da pré-Amazônia.

Palavras-chave: Conservação dos solos; SAF's; Manejo Sustentável.

ABSTRACT

Agroforestry systems (SAF's) have been widely used as an alternative for small producers in the Amazon region. One of the options of this management is the consortium with green manures. This technique contributes to the increased sustainability of these systems, as it promotes soil conservation, nutrient cycling, and other soil benefits. Given this, this study aimed to evaluate the performance of six green manures in consortium with the agroforestry system as a technique for maintaining / improving soil fertility in pre-Amazon. The study was conducted in the Agriculture III sector, within the IFTO-Campus Araguatins agroforestry system (SAF), which had been in the area for 3 years. The experimental design was randomized blocks with six treatments (six fertilizers) and four replications, totaling 24 plots of 16m². The variables analyzed were plant height, stem diameter, green and dry shoot production, and green and dry matter production of the root system. Regarding the production of green and dry mass of the shoot, the species that obtained the highest values were the pig bean and the millet BRS 1501, and among the tested legumes, *Crotalaria juncea* presented higher yields of dry and green mass of the roots. This can significantly contribute to the environmental sustainability of pre-Amazon agroecosystems.

Keywords: Soil conservation; SAF's; Sustainable management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Dados de temperatura durante a condução do experimento. Fonte: INMET, 2019.	20
Figura 2- Localização do setor de Agricultura III, do Sistema Agroflorestal e da aérea experimental. Fonte: Google Earth (2019)	21
Figura 3- Representação do sistema agroflorestal e do experimento. Fonte: SILVA, Miguel Camargo da, 2019.	22
Figura 4- Área experimental em consorcio com o sistema agroflorestal. Fonte: Google Earth (2019)	23
Figura 5- Dados de chuvas acumuladas mensalmente na estação automática de Araguatins (TO) para o ano de 2019. Fonte: INMET, 2019.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios de emergência (dias), altura das plantas (APL), diâmetro de caule (DC) dos seis adubos verdes cultivados em consórcio com o sistema agroflorestal.....26

Tabela 2 - Produção da fitomassa verde (FTMV), e fitomassa seca (FTMS) da parte aérea dos seis adubos cultivados em consórcio com o sistema agroflorestal.....28

Tabela 3 - Produção de matéria verde (MVR) e matéria seca (MSR) do sistema radicular dos seis adubos cultivados em consórcio com o sistema agroflorestal. 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Sistemas Agroflorestais	13
2.2 Adubação Verde.....	14
2.2.1 Crotalária juncea.....	15
2.2.2 Crotalária spectabilis.....	15
2.2.3 Labe-Labe.....	16
2.2.4 Feijão Caupi.....	16
2.2.5 Feijão de porco	17
2.2.6 Milheto BRS 1501	17
2.3 Adubação verde em consórcio com o sistema agroflorestal.....	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 Caracterização e localização do experimento	20
3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	22
3.3 Preparo do solo	23
3.4 Semeadura dos adubos verdes	23
3.5 Variáveis analisadas	24
3.6 Análise estatística.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 Biometria dos adubos verdes	26
4.2 Produção de fitomassa verde e seca da parte aérea dos adubos verdes	27
4.3 Matéria verde e seca do sistema radicular dos adubos verdes	29
4.4 Desempenho das espécies no sistema agroflorestal	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão agrícola e o uso de práticas inadequadas de manejo, juntamente com a ocupação humana desordenada, tem colaborado para o surgimento de novas áreas degradadas, tendo consequências drásticas para o meio ambiente. A utilização de sistemas tradicionais de cultivo acarretou, ao longo do tempo, na redução da qualidade das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, propiciando a degradação destes (SOUZA & MELO, 2000), contribuindo para o êxodo rural.

Por conta desta problemática, busca-se cada vez mais técnicas alternativas que viabilizem a permanência do homem no campo. Diversos estudos e discussões têm ganhado força no cenário brasileiro na tentativa de amenizar os efeitos sociais e ambientais negativos decorrentes do mal uso dos solos. Por meio destes questionamentos, procura-se desenvolver mecanismos agrícolas conservacionistas e sustentáveis, que sejam fundamentais para otimização da produção em pequenas propriedades.

Considerando que o solo é a base para uma agricultura e para uma produção florestal sustentável, é necessário adotar-se práticas de manejo que conservem e restaurem sua fertilidade, a fim de manter a produtividade (ALVARENGA, 1996). Diante deste cenário, a adubação verde surge como uma alternativa de produção que tem por finalidade minimizar os efeitos de ações que promovem a degradação do solo. Tal prática favorece a cobertura do solo, aumenta a disponibilidade de nutrientes, incrementa a capacidade de reciclagem e mobiliza nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil (CALEGARI et al., 1993).

Os seus resíduos liberam macro e micronutrientes em formas lábeis que podem se tornar disponíveis para culturas subsequentes, mediante a mineralização, dentre eles, principalmente o nitrogênio (N) (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002). Liberam também compostos orgânicos que estimulam a formação e a estabilidade dos agregados do solo, melhorando a sua estrutura e porosidade, melhorando em consequência as características químicas, físicas e biológicas do solo (SIX et al., 2002).

Entre as diversas técnicas de manejo utilizadas pela agricultura surgiram os sistemas agroflorestais (SAF's), que são formas de cultivo em que se consorciavam, em uma mesma área, espécies arbóreas e cultivos agrícolas e animais, favorecendo o plantio consorciado de plantas de ciclo curto, e de consumo mais imediato ao mesmo

tempo em que proporciona a regeneração da área pela permanência do componente arbóreo (SALGADO et al., 2006).

Na Amazônia, a agricultura familiar é desenvolvida dentro dos Sistemas Agroflorestais (SAF's), que foram e são implantados por comunidades indígenas, caboclas e ribeirinhas. Os SAF's, foram resgatados de culturas antigas e atualizados para atender às necessidades de evolução no uso da terra, especialmente em regiões tropicais (CASTRO et al., 2009).

Ultimamente, a consorciação de adubos verdes com os sistemas agroflorestais, tem sido uma prática recorrente, possivelmente por trazer diversos benefícios para o solo e para o meio ambiente. Assim, partindo da premissa de que os SAF's podem ser uma alternativa sustentável para pequenos agricultores da Amazônia e que esses sistemas precisam de um aporte de nutriente para garantir equilíbrio entre entrada e saída de energia. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de diferentes adubos verdes no sistema agroflorestal, localizado na região periférica da Amazônia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas Agroflorestais

Atualmente, decorrente do aumento da área cultivada, do avanço do processo degradativo em grande parte dos solos brasileiros e em virtude da preocupação com a preservação da degradação de áreas novas (ALCÂNTARA et al., 2000), busca-se por técnicas alternativas que reduzem os impactos e promovam ganhos de produtividade, sem comprometer o balanço energético da cultura, e sem modificar as características dos solos utilizados (PEREIRA et al., 2013).

Os Sistemas Agroflorestais ou SAF's são sistemas sustentáveis de uso eficiente e conservacionista de uma área, que combinam, de maneira simultânea ou em sequência, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e/ou animais, e que aplica ao mesmo tempo técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população local (MULLER, 2002).

Dentre os modelos alternativos, ou tecnologias agroecológicas sustentáveis destacam-se os sistemas agroflorestais. Essas tecnologias são capazes de criar agroecossistemas produtivos menos dependentes de recursos externos a eles estando baseadas em princípios e processos que satisfazem requisitos ambientais combinando tanto elementos do conhecimento tradicional, quanto da ciência moderna (DANIEL et al., 2000).

Em termos ecológicos, verifica-se que o uso de espécies arbóreas nos SAF's permite a recuperação de áreas degradadas, por meio da redução da erosão e aumento do acúmulo de matéria orgânica. Essa é uma importante diferença em relação à monocultura, na qual a perda da fertilidade do solo ocorre mais rapidamente (SCHEMBERGUE et al., 2017).

Estas formas de uso do solo apresentam grande importância socioeconômica e ambiental, e o seu sucesso está relacionado ao bom planejamento e ao manejo dos solos e das culturas (OLIVEIRA et al., 2016). Portanto, a adoção de sistemas de produção sustentáveis e conservacionistas contribui para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, reflete positivamente no aumento de produtividade das lavouras, reduz a necessidade de insumos externos e os impactos negativos das explorações agrícolas sobre o meio ambiente e aumenta a resiliência e a capacidade adaptativa dos Agroecossistemas (GLIESSMAN, 2005).

Por meio dos SAFs criam-se diferentes estratos ou andares vegetais, procurando imitar uma floresta natural, onde as árvores e/ou arbustos, pela influência

que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e principais para a estabilidade do sistema.

2.2 Adubação Verde

Dentro do contexto da redução dos custos de produção, a utilização de adubação verde, cresce cada vez mais no Brasil. Isso mostra que os seus efeitos são muito importantes e benéficos para a agricultura, na qual acarreta menos agressões ao meio ambiente (RAGOZO; LEONEEL; CROCCI, 2006).

Trata-se de uma técnica que consiste na utilização de espécies, que possuem alta eficiência na produção de resíduos. Sua funcionalidade acontece após atingirem o seu desenvolvimento vegetativo, passando a ser incorporadas ou deixadas sobre a superfície do solo (SOARES et al., 2015). Isso resulta, consequentemente, no aumento do percentual de matéria orgânica do solo (FONTANÉTTI et al., 2004).

Segundo estudos científicos e evidências práticas, os adubos verdes desempenham ações em diferentes aspectos da fertilidade do solo, pois favorecem um incremento da disponibilidade de nutrientes as plantas sucessoras, aumenta a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, devido a capacidade de absorver nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e liberando-os pela decomposição dos seus resíduos (CARDOSO et al., 2014).

São muito importantes na produção de biomassa, fato que resulta na formação de substâncias húmicas, se tornando um aspecto de grande importância nos cultivos conservacionistas. Pois estas tem contribuído muito para a sustentabilidade da agricultura, e principalmente devido a sua melhoria nas características química, física e biológicas do solo (SANTOS et al., 2014).

Finholdt et al. (2009) apontam que esta prática também melhora a aeração do solo, melhora a manutenção da temperatura do solo, protege contra erosões por conta da formação de palhada, e , como ocorre formação da camada de matéria orgânica, logo favorecerá o desenvolvimento dos micro-organismos benéficos do solo.

Alcântara et al. (2000) apontam que os efeitos promovidos pela adubação verde nas propriedades químicas do solo são bastante variáveis, dependendo de fatores como: a espécie utilizada, o manejo adotado a biomassa, a época de semeadura e o corte do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, e principalmente, as condições locais que estes adubos são cultivados. Pois, a interação

desses fatores são primordiais para que seja promovido os efeitos da adubação verde nos solos.

As plantas da família Fabaceae (Leguminosas) são as mais utilizadas como adubo verde, principalmente devido ao seu grande potencial em fixar nitrogênio atmosférico e produção de massa verde e massa seca. Dentre esse grupo de plantas, as espécies: crotalária juncea, crotalária spectabilis, labe-Labe, feijão-caupi, feijão-deporco, são espécies que podem ser facilmente utilizadas nas regiões do Bioma Amazônia, além de serem as condições edafoclimáticas desta região.

2.2.1 Crotalária juncea

A crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) é uma leguminosa de clima tropical da família das leguminosas, que está incluída na subfamília Fabaceae. Seu uso como adubo verde é amplamente preconizado devido ao seu rápido crescimento, supressão de ervas espontâneas e ao grande potencial de produção de biomassa e Fixação Biológica de Nitrogênio Atmosférico (FBN). Contudo, a crotalária é sensível ao fotoperíodo, o que torna necessária a adequação de seu uso mediante estratégias agronômicas, como a variação das épocas de semeadura (PEREIRA et al., 2005).

Trata-se de uma espécie resistente a seca e apresenta crescimento rápido, principalmente em condições de alta temperatura, sendo uma excelente cultura para adubação verde. Esta espécie é bastante utilizada por incrementar a qualidade do solo, devido a sua habilidade de adicionar rapidamente N e matéria orgânica ao solo. Comumente utilizada como cultura de cobertura ou adubação verde, pelo benefício que causa ao solo (ALMEIDA, et al., 2012).

Proporciona também a formação de associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (FBN). Desta forma, proporciona uma melhor incorporação de quantidades expressivas deste nutriente essencial nos sistemas de cultivo, fato este que é de grande importância, sobretudo, na manutenção de unidades de produção mais sustentáveis (GUERRA et al., 2004)

2.2.2 Crotalária spectabilis

A crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis* roth) é leguminosa de origem africana e/ou indiana, bastante utilizada como adubo verde, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SCHEUER, 2010). São plantas arbustivas, cujo porte varia de 0,6 a 1,5m de altura. Possui raízes profundas, capazes de romper camadas

compactadas, ou seja, são leguminosas empregadas como produtora de fibra e mais eficientes no controle de nematóides do solo, e as suas sementes são recomendadas para o consumo na nutrição humana e animal (LOPES, 2000).

É uma planta pouco exigente em água, com grande potencial de fixação biológica de nitrogênio e produção de massa verde, fácil incorporação ao solo e decomposição, crescimento rápido suficiente para vencer a competição com as ervas daninhas (CALEGARI et al. 1995).

2.2.3 Labe-Labe

O labe-labe (*LabLab purpureus* (L.)) é uma planta pertence à família Fabaceae, e acredita-se que seja originária da Índia, Sudeste Asiático ou África. Atualmente tem sido cultivada e distribuída nos trópicos e subtropicais. É muito popular na Índia, sudeste da Ásia, Egito e no Sudão. No Brasil, é muito utilizada principalmente para adubação verde, e vem sendo empregada atualmente na alimentação animal (AMORIM et al., 2012).

É uma espécie de ciclo anual ou bianual, trepadora com hábito de crescimento indeterminado, que possui ampla adaptação a vários solos e ambientes, que pode atingir de 0,5 a 1,0m de altura, apresentando potencial de produção de 5 a 7Mg.ha⁻¹ de massa seca, isto é, quando manejada corretamente (FAHL et al., 1998).

Santos et al. (2016) ao estudar o efeito de espécies de leguminosas em diferentes épocas de incorporação sobre os atributos químicos do solo, destacam que o labe-labe obteve melhores resultados na melhoria da CTC e da SB do solo, além de influenciar positivamente na liberação do K, Ca, M.O., e N, deixando-os livremente para absorção pelas plantas.

2.2.4 Feijão Caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é originário do continente africano, sendo muito difundido nas regiões tropicais dos continentes, asiático e americano. Contém 23-25% de proteínas e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais além de possuir grande quantidade de fibra dietética e baixa quantidade de gordura (LINHARES et al., 2014).

Popularmente conhecido como feijão caupi ou feijão de corda, é uma cultura muito importante nas regiões Norte e Nordeste, por ser uma espécie geradora de empregos na agricultura para pequenos e grandes produtores. Sendo essas duas

regiões responsáveis por cerca de 90% da área cultivada total, além de ser uma das principais fontes de proteína para as famílias dessas regiões (SANTOS et al., 2017).

Embora seja considerada uma cultura tropical com ampla adaptação nos mais diversos ambientes, o feijão caupi ainda apresenta baixos valores para produtividade (300kg.ha^{-1}) e, dentre as principais causas apontadas, a utilização do baixo nível tecnológico na atividade associado ao uso de cultivares tradicionais com baixo potencial produtivo (TEIXEIRA et al., 2010).

2.2.5 Feijão de porco

O feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) é uma espécie muito resistente à seca, rústica e se desenvolvem bem em solos compactados e argilosos, é bastante utilizada na adubação verde, por ser uma cultura que proporciona maior produção de fitomassa e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S. Apresenta maiores rendimentos quando consorciado com o milho, em relação aos demais adubos verdes comumente utilizados para cobertura (PINHEIRO; LOPEZ; GAI, 2013).

Sendo bastante utilizado como adubo verde em regiões tropicais e equatoriais, muito requisitada devido a sua capacidade de suprimir a comunidade infestante no início do ciclo, possui sistema radicular profundo, e apresenta resistência às altas temperaturas e principalmente a seca, além de notável rusticidade e adaptação aos solos de baixa fertilidade (MAIA et al., 2013).

Outro fator importante na sua escolha está relacionado a estratégia de controle de fitopatógenos habitantes do solo. O feijão-de-porco possui substâncias, tais como enzimas, glicoproteínas, polipeptídeos e compostos provenientes do metabolismo de aminoácidos capazes de reduzir a densidade populacional do patógeno (PORTO et al., 2016).

2.2.6 Milheto BRS 1501

O milheto BRS 1501 (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR) é uma gramínea de primavera-verão anual com amplo período de semeadura, versátil, rústica e de crescimento rápido, muito utilizada como adubo verde, por proporcionar rápida cobertura do solo, ciclagem dos nutrientes, alta relação C/N na palhada (30:1), tolerância à seca e à baixa fertilidade do solo, além do seu baixo custo e da fácil aquisição de sementes (CAZETTA et al., 2005).

O seu florescimento ocorre aos 50 dias após o plantio, e a maturação fisiológica de 80 a 100 dias, ótima capacidade de perfilhamento, altura média das plantas de 180 cm, grãos semiduros e com 12% de teor de proteína, com potencial de produção de grãos em torno de $1,5\text{Mg.ha}^{-1}$ (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2014).

A produção do milheto, nos últimos tempos, tem aumentado em termos de área plantada, sobretudo nas regiões de Cerrado, decorrente do seu enorme potencial de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como para o uso de forrageira na pecuária de corte ou de leite. Para ambas as finalidades, há necessidade de um manejo cultural diferenciado e adequado (PEREIRA FILHO, 2009). Sendo a principal planta indicada para cobertura morta do solo nesse sistema conservacionista nesta região, e onde a gramínea se desenvolve bem em situações adversas de clima e solo.

2.3 Adubação verde em consórcio com o sistema agroflorestal

Apesar dos sistemas agroflorestais e o uso da adubação verde estarem sendo difundidos e implementados em várias regiões brasileiras, o que se percebe é que existem poucas informações a respeito de quais espécies arbóreas podem ser utilizadas para implementação desses sistemas (KRAINOVIC et al., 2008). É preciso ter muita atenção quanto a escolha das espécies a serem utilizadas em consórcio com o SAF'S, pois estas devem ser de fácil cultivo e deve-se integrarem facilmente a diversos sistemas de produção agropecuária.

Para otimizar o uso da adubação verde, é necessário identificar, regionalmente, as espécies e variedades mais adaptadas e adequá-las à melhor forma de manejo. A fenologia de grande parte das leguminosas anuais é controlada pelo fotoperíodo e pela temperatura (LEAL et al., 2012).

Oliveira et al. (2016) apontam que o desenvolvimento das espécies de adubação verde minimizou o aparecimento de plantas espontâneas no SAF's, atribuído ao fato de dar melhor cobertura do solo, expondo que, ao tirar as espécies adubadores do sistema, as espontâneas começaram a incidir novamente. Isso refletiu positivamente na mão de obra através do controle manual (a capina). Houve também manutenção da umidade impedindo que os raios solares incidam diretamente sobre o solo, principalmente no período de seca, servindo também como barreira à erosão do solo.

Rayol e Alvino-Rayol (2012) ao estudarem a produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) dc.) em reflorestamento no estado do Pará, concluíram que esta espécie possui grande potencial para a utilização em adubação verde em sistemas agroflorestais e reflorestamentos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização e localização do experimento

O experimento foi conduzido no setor de Agricultura III dentro do sistema agroflorestal (SAF) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins-Campus Araguatins (IFTO-Campus Araguatins), com coordenadas geográficas 05° 38' 56" S e 48° 04' 29" W (Figura 1) (INMET, 2017).

Segundo a classificação internacional de Köppen o clima é do tipo Aw – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno. Janeiro, fevereiro e março se caracterizam por serem os meses mais chuvosos e junho, julho e agosto os mais secos ao longo do ano. As temperaturas médias variam entre 27,7°C e 32,6°C, para mínima e máxima, respectivamente, com precipitação média de 1.500mm (AGRITEMPO, 2018). O solo do local utilizado é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico.

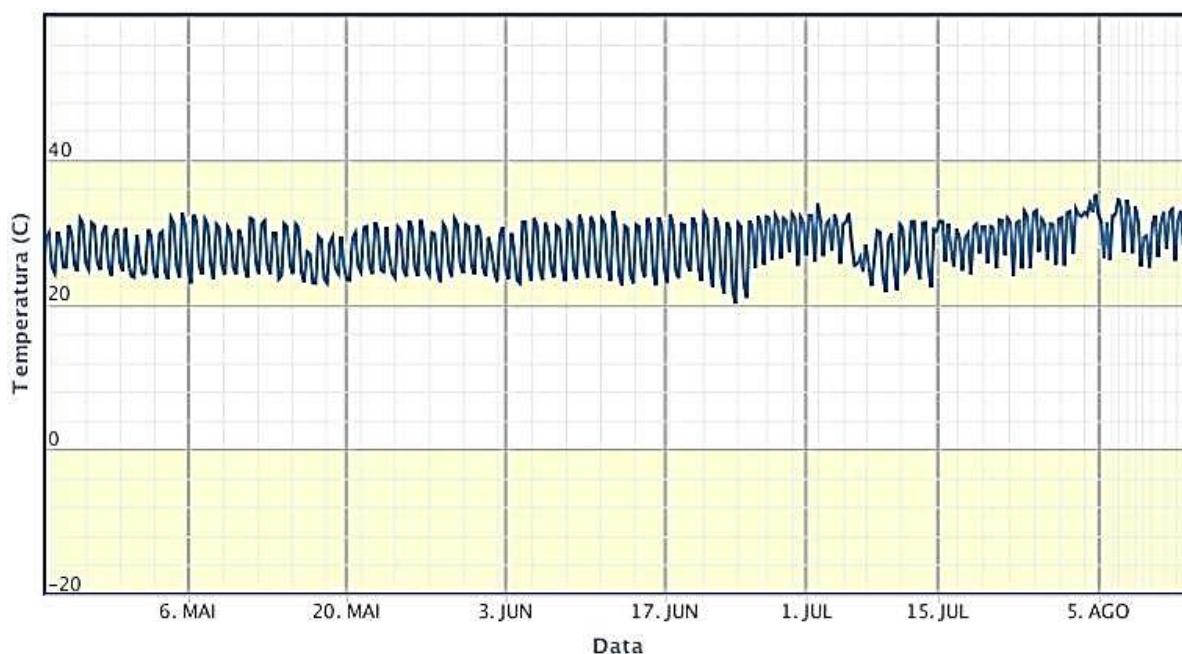


Figura 1- Dados de temperatura durante a condução do experimento. Fonte: INMET, 2019.



Figura 2- Localização do setor de Agricultura III, do Sistema Agroflorestal e da área experimental. Fonte: Google Earth (2019)

O Sistema Agroflorestal foi implantado em agosto de 2016 em uma área usada antes com o cultivo de Feijão caupi (*Vigna unguiculata*), melancia (*Citrullus lanatus*) e se encontrava em pousio a 6 meses. Na implantação do SAF foi feita aplicação de esterco bovino, na quantidade de 30 litros por metro linear, associada a adubação de 300 gramas de superfosfato simples e 100 gramas de FTE.

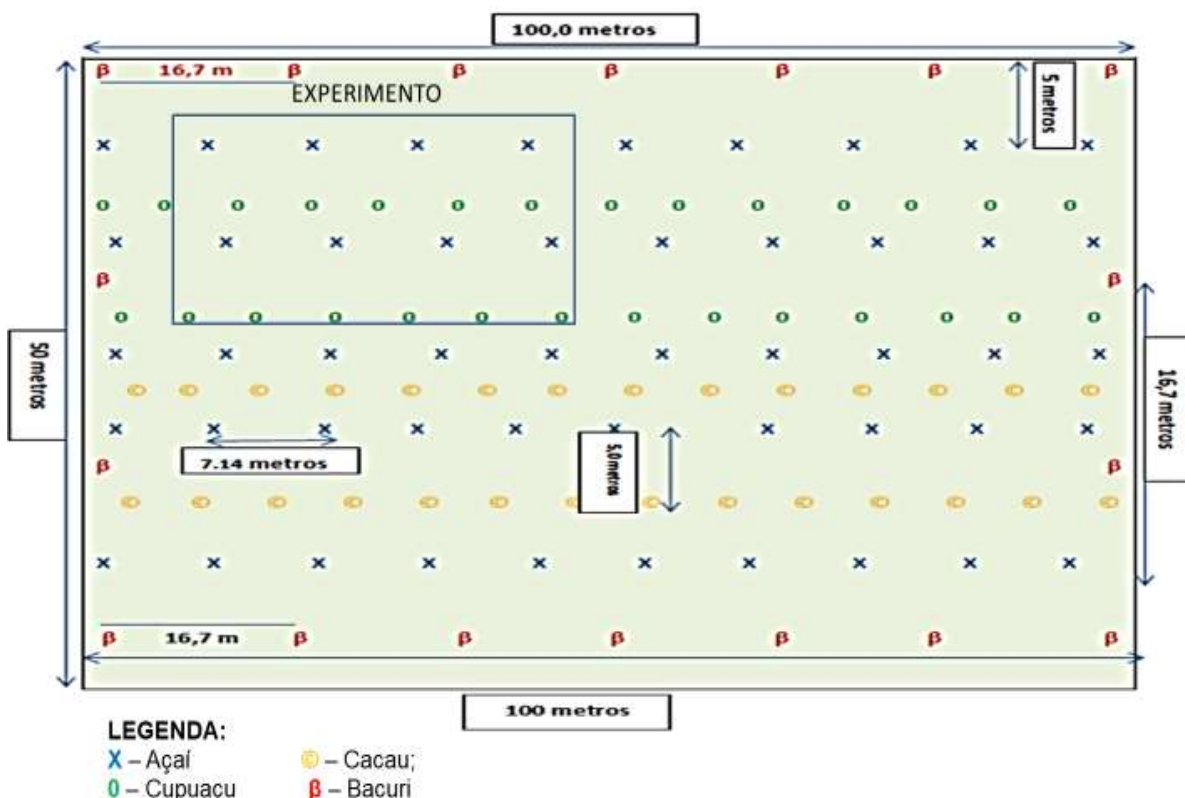


Figura 3- Representação do sistema agroflorestal e do experimento. Fonte: SILVA, Miguel Camargo da, 2019.

As espécies frutíferas foram plantadas de forma que cada linha representasse uma cultura, com os seus respectivos espaçamentos. Nesse sistema há o cultivo de açaí (*Euterpe oleracea*) 10,0m x 10,0m, com 50 plantas no total, cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) 7,14m x 5,0m, com total de 28 plantas, cacau (*Theobroma cacao*) 7,14m x 5,0m, com total de 28 plantas, bacuri (*Platonia insignis*) 16,7 m x 5,0m, com total de 18 unidades, plantadas na bordadura do projeto. Possui uma área total de 5.000m² com 100m de comprimento x 50,0m de largura.

3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Os tratamentos foram:

- T₁: Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L) DC.);
- T₂: Feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. var. vinagre);
- T₃: Milheto BRS 1501 (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR);
- T₄: Crotalária juncea (*Crotalaria Juncea* cv. IAC KR1);
- T₅: Crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis* roth);
- T₆: Labe-Labe (*LabLab purpureus* (L.)

A área experimental tem 29 m de comprimento e 19 m de largura, totalizando 551 m². Cada parcela constituiu de 16 m², com dimensões de 4 m de comprimento e 4 m de largura. O espaçamento entre blocos e parcelas foi de 1 m. A área útil de cada parcela foi de 1m² central, desprezando-se 2 m de bordadura (Figura 2)

A demarcação das parcelas foi feita com fios de barbantes e piquetes de pallet, com comprimento 40 cm. A identificação das parcelas e dos tratamentos foi feita utilizando placas de cano PVC. As parcelas experimentais foram dispostas nas entrelinhas das espécies perenes do SAF's.



Figura 4- Área experimental em consórcio com o sistema agroflorestal. Fonte: Google Earth (2019)

3.3 Preparo do solo

Para fins de caracterização química e física do solo, anteriormente a implantação do experimento, foi realizada uma amostragem do solo, com a escolha de 10 pontos aleatórios, de forma a se ter uma boa representatividade da área. Em cada ponto, foi coletado uma amostra simples na camada de 0 a 20 cm de profundidade, utilizando trado holandês, depois as amostras simples foram misturadas para obter a amostra composta homogênea. A amostra foi identificada e encaminhada ao laboratório de solos, para obter a análise físico-química do solo.

A análise de solo indicou os valores de pH em H₂O=5,5; Matéria orgânica = 1,19%; P = 3,96mg.dm⁻³, K = 64mg.dm⁻³, Ca = 2,2cmolc.dm⁻³, Mg = 1,0cmolc.dm⁻³, H+Al = 0,83cmolc.dm⁻³, Al = 0,3cmolc.dm⁻³, SB = 3,36cmolc.dm⁻³, V = 80,30%, 57,37% de areia, 23,79% de silte e 18,84% de argila.

3.4 Semeadura dos adubos verdes

A semeadura foi realizada de forma manual, e os sulcos foram abertos na profundidade aproximadamente de 6cm. Cada parcela tinha 8 sulcos de plantio espaçados entre si com 0,50m. As espécies de adubos verdes foram semeadas em 01 de maio de 2019 em sulcos com espaçamento de 0,50m, e o milho foi semeado

a lança e incorporado com rastelo (MEHL et al., 2010). A presente pesquisa foi realizada de maio a agosto de 2019.

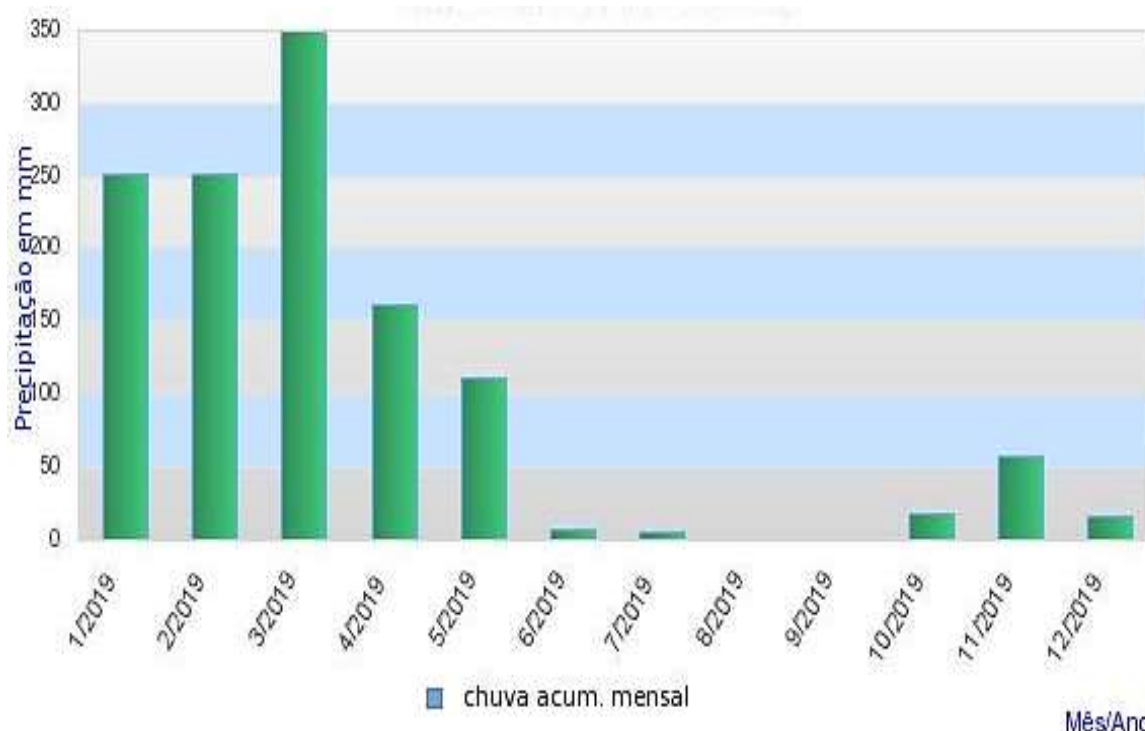


Figura 5- Dados de chuvas acumuladas mensalmente na estação automática de Araguatins (TO) para o ano de 2019. Fonte: INMET, 2019.

O sistema de irrigação utilizado foi de microaspersão. Em cada parcela colocou-se dois microaspersores com raio de irrigação de 5m, para que todas as plantas/tratamentos recebessem a mesma disponibilidade de água. Por conta do ataque severo de vaquinha (*Diabrotica ssp*), foi aplicado na dosagem de 6ml para 20 litros de água, o inseticida Décis 25 concentrado emulsionável (EC), de contato e ingestão do grupo piretroide e ingrediente ativo Deltametrina, aproximadamente às 07:30 da manhã do dia 23 de maio de 2019 (24 dias após a semeadura).

3.5 Variáveis analisadas

- Altura das plantas: Esta análise foi determinada com auxílio de uma trena tomando-se como parâmetro a distância entre a superfície do solo e a gema do ramo mais alto da planta. Foi mensurada utilizando-se 10 plantas de cada parcela que foram escolhidas aleatoriamente. Sendo feita aos 60 dias após a semeadura para as espécies: milho BRS 1501, crotalária juncea e feijão caupi, e aos 90 dias para as espécies: crotalária spectabilis, feijão de porco e labe-labe.

- Diâmetro do caule: Foi feito com o auxílio de um paquímetro, a uma altura de 15cm da superfície do solo, e foi mensurado utilizando-se 10 plantas de cada parcela escolhidas aleatoriamente. Sendo feita aos 60 dias após a semeadura para as espécies: milho BRS 1501, crotalária juncea e feijão caupi, e aos 90 dias para as espécies: crotalária spectabilis, feijão de porco e labe-labe.
- Produção de fitomassa verde (FTMV) e fitomassa seca (FTMS) da parte aérea dos adubos verdes: Em pleno florescimento, os adubos verdes: milho BRS 1501, crotalária juncea e feijão caupi foram cortados rente ao solo, ocorrido aos 60 dias após a semeadura, e coletando-se 1 m² linear das duas linhas centrais de plantio. Estes foram separados, pesados, acondicionados em sacos de papel, identificados, para a mensuração da produção de fitomassa verde da parte aérea. Após a pesagem estes foram colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, até atingirem peso constante, para determinação da produção de fitomassa seca de cada tratamento. O mesmo procedimento ocorreu para as espécies: feijão de porco, crotalária spectabilis e labe-labe, aos 90 dias após a semeadura. (MEHL et al., 2010).
- Produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) das raízes: As plantas colhidas para determinação da produção de FTMV e FTMS da parte aérea, foram utilizadas para determinar-se a produção de MV e MS do sistema radicular. Nesta análise foi necessário separar a parte aérea do sistema radicular. As raízes de cada tratamento, foram identificadas e pesadas determinando-se a produção de matéria verde do sistema radicular. Em seguida foram acondicionadas em sacos de papel, e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, até atingirem peso constante, para determinação da matéria seca (LIMA; SAKAI; ALDRIGHI, 2012).

3.6 Análise estatística

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos análise de variância a nível de significância de 5%. O programa estatístico SISVAR®, versão 5.6, foi utilizado para comparar-se os tratamentos avaliados no referido estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Biometria dos adubos verdes

As espécies apresentaram velocidade de emergência estatisticamente semelhantes, levando em torno de três a quatro dias para emergir. A única espécie que demorou mais para emergir foi o T5, sendo uma característica desta espécie, apresentar crescimento inicial lento (Tabela 1). Estes resultados estão próximos dos verificados por Calegari (1995) que observou em média 4 dias para germinação dessas espécies.

Para a variável diâmetro de caule, o T1, foi o adubo verde que obteve maior valor para esta variável, isto ocorreu devido a capacidade desta espécie em acumular lignina e celulose. No entanto, não se diferenciou estatisticamente do T3 e T4 nesta variável (Tabela 1). Os tratamentos que obtiveram menores valores foram o T2 e T6, com 3,657mm e 5,59mm respectivamente.

O desenvolvimento das espécies obviamente sofreu efeitos das plantas daninhas, podendo ter apresentado influência negativa nos resultados analisados, para a altura das plantas e diâmetro do caule, já que os valores diferiram, principalmente no desenvolvimento do feijão caupi, da Crotalária spectabilis e do labe-labe, que foram prejudicados pela competição com as plantas daninhas, tais como: carrapicho (*Acanthospermum australe*), tiririca (*Cyperus rotundus*), malva veludo (*Watheria indica*) e capim amargoso (*Digitaria insularis*).

Tabela 1 - Valores médios de emergência (dias), altura das plantas (APL), diâmetro de caule (DC) dos seis adubos verdes cultivados em consórcio com o sistema agroflorestal.

Tratamentos	Época de Corte (dias)	Emergência (dias)	Diâmetro do caule (mm)
T1	90	3	8,25 a
T2	60	3	3,65 d
T3	60	3	7,94 ab
T4	60	4	7,11 abc
T5	90	5	5,98 bc
T6	90	4	5,59 cd
CV (%)	-	-	14,66

T1: Feijão de Porco, T2: Feijão caupi; T3: Milheto BRS 1501; T4: Crotalária juncea; T5: Crotalária spectabilis e T6: Labe-Labe Médias com letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Borges et al. (2004) indicam que o porte para a Crotalária juncea varia de 2 a 3 m, no entanto para Mateus e Wutke (2006) a Crotalária juncea pode atingir de 3,0 a

3,5m de altura, e para o labe-labe de 0,5 a 1,0m, e para o feijão de porco altura de dossel ao redor de 0,8 a 1,0m, e para a *Crotalaria spectabilis* de 1,0 a 1,5m altura. Diante destes valores as únicas espécies que estão de acordo com os valores expostos acima, é o feijão de porco e o Labe-labe, as demais espécies citadas estão abaixo dos valores.

Soares et al. (2015) ao analisar a produção de adubos verdes no Cerrado e seus efeitos sobre as plantas, observaram que a leguminosa com maior altura nas duas épocas de avaliação foi a *crotalaria juncea*, os resultados referentes à altura se devem à característica de crescimento inicial rápido, fazendo com que sobressaia-se sobre as demais espécies cultivadas.

Cerqueira (2015) ao analisar o cultivo de leguminosas e o manejo da cobertura do solo para a supressão de plantas daninhas em cana-de-açúcar, constatou que, dentre as leguminosas estudadas a que se destacou tanto aos 50 dias de cultivo, como aos 80 dias, foi a *crotalaria juncea*, pois esta espécie conseguiu suprimir as plantas daninhas e, contudo, obteve melhor desempenho.

4.2 Produção de fitomassa verde e seca da parte área dos adubos verdes

Os rendimentos de fitomassa verde da parte área das espécies diferiram entre si (Tabela 2), verificando-se valores superiores para o T3 e para o T1, tais resultados provavelmente devem estar associado a maior capacidade de adaptação destas espécies ao clima, solo e a época de cultivo na região em estudo.

Apesar destas espécies terem florescido aos 54 e 68 dias após o plantio (DAP), respectivamente. Apresentavam-se mais fibrosas na época da avaliação e, provavelmente, pode ter influenciado nos valores obtidos para a produção de FTMV da parte área. Quanto ao T3, já se esperava elevados rendimentos, haja vista sua rota metabólica é bastante eficiente na captura de nutrientes, sobretudo em ambiente marginais em termos de nutrição.

Lopes (2000) aponta que o feijão de porco, se adapta tanto em solos argilosos, quanto em solos arenosos, sendo esta espécie pouco exigente em condições de fertilidade dos solos. E que uma das principais finalidades desta espécie em manejo de solos, é a sua produção de massa verde e massa seca. Segundo Silva et al. (2009), as gramíneas têm ganhado grande atenção como planta de cobertura, com destaque para o milheto, devido ao seu bom desempenho, principalmente relacionado à sua

resistência ao déficit hídrico, elevada produção de fitomassa e ao baixo custo de aquisição das sementes.

Um dos fatores que provavelmente podem ter contribuído para a baixa produção de fitomassa verde do T2, T4 e T6, no presente estudo, foi devido o ataque severo de insetos desfolhadores, principalmente da vaquinha (*Diabrotica* spp), que possivelmente podem ter diminuindo a área foliar, e prejudicado no crescimento e desenvolvimento destas espécies. Outro aspecto que pode ter influenciado para algumas espécies, como por exemplo a crotalária spectabilis e o labe-labe, foi a época de plantio, já que neste estudo foi utilizado outra época de plantio, e normalmente, o plantio adotado é entre os meses de outubro a novembro para estas espécies.

Com relação a produção de fitomassa seca, os tratamentos que se destacaram foram o T3 com 18,552 Mg.ha⁻¹ e o T1, com 12,212 Mg.ha⁻¹. As demais espécies não diferiram entre si estatisticamente, apresentando valores semelhantes para tal variável (Tabela 2), onde as mesmas espécies que se destacaram para FTMV, também se destacaram para FTMS.

Tabela 2 - Produção da fitomassa verde (FTMV), e fitomassa seca (FTMS) da parte aérea dos seis adubos cultivados em consórcio com o sistema agroflorestal.

Tratamento	FTMV	FTMS
	Mg ha ⁻¹	
T1	41.27 a	12,21 a
T2	26.87 bc	8.56 b
T3	43.38 a	18.55 a
T4	25.15 c	10.55 b
T5	32.42 b	8.97 b
T6	24.36 c	9.01 b
CV (%)	9,47	29.64

T1: Feijão de Porco, T2: Feijão caupi; T3: Milheto BRS 1501; T4: Crotalária juncea; T5: Crotalária spectabilis e T6: Labe-Labe. Médias com letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Algeri et al. (2018) ao estudarem produção de biomassa e cobertura do solo com milheto, braquiária e crotalária, cultivados em cultura pura e consorciados, encontraram valores inferiores aos deste estudo para o milheto. Observaram que esta espécie apresenta um desenvolvimento mais rápido que as demais culturas utilizadas no experimento. Almeida e Camara (2011) observaram que o milheto apresenta ótimos resultados de produtividade de fitomassa verde, tanto quando cultivado em solteiro como em consórcio com outras espécies.

Corroborando com Soares et al. (2015) em fitomassa seca da parte aérea, que ao avaliar três espécies de crotalária, observou que dentre estas cultivadas, a que obteve maior produtividade foi a Crotalária juncea. Já Lima, Sakai e Aldrichi (2012) ao avaliar a produção de biomassa e composição química de adubos verdes cultivados no Vale do Ribeira, encontrou valores inferiores aos encontrados neste estudo para a Crotalária juncea.

Torres et al. (2005) em experimento realizado também em Uberaba-MG, em primeiro ano agrícola estudado 2000/01, constataram que o milho foi a planta que apresentou maior produção de FTMS. Pereira (2005) ao estudar sete leguminosas, aponta que o feijão-de-porco foi a espécie que apresentou o melhor rendimento de massa seca da parte aérea.

4.3 Matéria verde e seca do sistema radicular dos adubos verdes

Os adubos verdes diferiram entre si estaticamente para o rendimento da matéria verde do sistema radicular (Tabela 3). Observando que as espécies que se destacaram nesta variável foram o Milheto BRS 1501 e a Crotalária juncea, com 1,332 Mg.ha⁻¹ e 1,165 Mg.ha⁻¹, respectivamente. E os que obtiveram menores valores foram o feijão de porco e o labe-labe, com 0,229 Mg.ha⁻¹ e 0,284 Mg.ha⁻¹.

No que se refere ao rendimento de massa seca das raízes, os resultados mais expressivos foram a C. juncea e o Milheto, apresentando valores superiores em comparação com os demais adubos cultivados, com 0,766Mg ha⁻¹ e 0,697Mg ha⁻¹. As espécies que apresentaram menores rendimentos foram o feijão de porco e o labe-labe, com 0,102Mg ha⁻¹ e 0,127Mg ha⁻¹, respectivamente.

Plantas com maiores volumes radiculares apresentam sistema radicular mais subdividido, com a presença de raízes finas, mais eficientes na absorção de nutrientes (CRESTANA et al., 1994). Esses resultados já eram esperados, sobretudo para o milho, que tem um sistema radicular do tipo fasciculado.

As raízes também promovem ampla melhoria em solos degradados, com camadas endurecidas depois de terem sido muito trabalhados com mecanização. “O sistema radicular dessas leguminosas rompe as camadas compactadas e contribui na recuperação da estrutura do solo (HOMERO, 2006).

Tabela 3 - Produção de matéria verde (MVR) e matéria seca (MSR) do sistema radicular dos seis adubos cultivados em consórcio com o sistema agroflorestal.

Tratamento	MVR	MSR
------------	-----	-----

	Mg ha⁻¹	
T1	0, 22 c	0,10 d
T2	0, 57 b	0,26 b
T3	1,16 a	0,69 a
T4	1,32 a	0,76 a
T5	0,55 bc	0,25 bc
T6	0,28 bc	0,12 cd
CV (%)	20,89	14,86

T1: Feijão de Porco, T2: Feijão caupi; T3: Milheto BRS 1501; T4: Crotalária juncea; T5: Crotalária spectabilis e T6: Labe-Labe. Médias com letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

-*

4.4 Desempenho das espécies no sistema agroflorestal

Apesar do Milheto BRS 1501 e a Crotalária juncea apresentarem maiores valores para a altura, o feijão-de-porco apresentou tanto um rápido crescimento vertical quanto horizontal (copa), proporcionando um maior sombreamento no solo num menor tempo, auxiliando na manutenção da água no solo e inibição da incidência de plantas espontâneas.

Dentre as espécies cultivadas a que não se adequou consorciada com o sistema agroflorestal foi o labe-labe, devido a sua característica trepadeira e por ter hábito de crescimento indeterminado, além de apresentar grande ramificação lateral nas plantas perenes. Espíndola et al. (1997) advertem que se deve evitar adubos verdes que sejam muito agressivos, e que caso for utilizar seja feito o coroamento das plantas sempre que apresentar risco a cultura perene.

O cultivo de espécies de cobertura do solo traz inúmeros benefícios para o solo, como proteção e estruturação, auxilia na manutenção de água pela diminuição da perda de umidade por evaporação, impede que a luz chegue ao solo e, consequentemente, diminui a incidência de plantas daninhas (COSTA et al., 2013).

Rayol e Alvino-Rayol (2012) relatam que o entrave para a pouca utilização dos adubos verdes é devido a carência dos resultados de pesquisa relacionados à adubação verde em propriedades rurais. Os autores apontaram ainda que a partir dos resultados obtidos no referente estudo é viável a utilização destas espécies como produtoras de biomassa em áreas de reflorestamento e sistemas agroflorestais, podendo também serem úteis nas escolhas de táticas de manejo de plantas invasoras que potencializem a preservação e melhoria das condições químicas e físicas dos solos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação a produção de massa verde e seca da parte aérea, as espécies que obtiveram maiores valores foram o feijão de porco e o milho BRS 1501. Entre as leguminosas testadas, a *Crotalaria juncea* apresentou maiores rendimentos de massa seca e verde das raízes, o que pode contribuir, significativamente, para a melhoria da qualidade do solo.

Entretanto, há de se considerar que as leguminosas são conhecidas pelo seu poder de FBN, o que representa a possibilidade de adição de um dos nutrientes de maior relevância no sistema, o que depõe em favor desse grupo de plantas quando comparadas as gramíneas. Nas demais espécies testadas, não foram evidenciadas características que permita classificá-las como de elevado potencial para os fins proposto neste estudo.

Dentre todas as espécies cultivadas, a que não se adaptou ao consórcio com o sistema agroflorestal, foi o labe-labe, por ser uma espécie que apresenta como característica trepadeira, e por apresentar grande ramificação lateral nas plantas perenes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO, 2018- Disponível em:

<http://www.agritempo.gov.br/agritempo/produtos.jsp?siglaUF=TO>. Acesso em 07 de maio de 2019.

ALCÂNTARA, Flávia Aparecida de; FURTINI NETO, Antonio Eduardo; PAULA, Miranda Bueno de; MESQUITA, Hugo Adelande de; MUNIZ, Joel Augusto. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um solo latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, .2000.

ALGERI et al. Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e crotalária cultivados em cultura pura e consorciados. **Gl. Sci Technol, Rio Verde**, v.11, n.02, p.112-125, 2018.

ALMEIDA, Karina de; CAMARA, Francisco Luiz Araújo. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Rev. Bras. de Agroecologia**. 6(2): 55-62, ISSN: 1980-9735, 2011.

ALMEIDA, Marco Antonio Leal de; GUERRA, José Guilherme Marinho; PEIXOTO, Ricardo Trippia dos Guimarães; ALMEIDA, Dejair Lopes de. Desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 59, n.3, p. 386-391, 2012

ALVARENGA, M. I. N. **Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas**. 1996. 211f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, n. 01 p. 241-248, 2002.

AMORIM, M.M. et al. Avaliação da qualidade de sementes de Labe labe. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 8, Ed. 195, Art. 1307, 2012.

BORGES, A. L. et al. **Plantas melhoradoras do solo**. (folder) Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde no Paraná**. Londrina: IAPAR, 118 p., 1995.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; COSTA, M.B.B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T.J.C. **Aspectos gerais da adubação verde**. In: COSTA, M.B.B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, ASPTA, 1993. p.56.

CARDOSO et al. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 51-60, jul./dez. 2014.

CARNEIRO et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de Cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CASTRO et al. Os sistemas agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas., vol. 39(2), **ACTA AMAZONICA**, p. 279 – 288, 2009:

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

CERQUEIRA, D. C. O. **Cultivo de leguminosas e manejo da cobertura do solo para a supressão de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. (Dissertação), universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Programa De Pós Graduação em Proteção de Plantas, Rio Largo-AL, 2015

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**. v. 9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

CRESTANA, S.; Guimarães, M. F.; Jorge, L. A. C.; Ralish, R.; Tozzi, C. L.; Torre, A.; Vaz, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 18: 365-371.1994.

DANIEL et al. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores socioeconômicos. **Ciência Florestal**, v.10, n.1, 2000.

ESPÍNDOLA J.A.A.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA J.G.M. **Strategies for the use of leguminous green manure in the production units agroecological**. Embrapa Agrobiologia, (42): 4-16. (In Portuguese), 1997.

FAHL, J.I.; CAMAERGO, M. B. P. De; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; De Maria, I. C.; FURLANI, A. M. C. et al. (Eds.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 6.ed. rev. atual. 1998. 396p. (Boletim 200).

FINHOLDT, R.S.; ASSIS, A.M.; BISINOTTO, F.F.; AQUINO JÚNIOR, V.M.; SILVA, L.O. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.6, p.11-14, 2009.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J. de; MORAIS, A.R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W.F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho.

Ciência e Agrotecnologia, v.28, p.967-973, 2004.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. Porto Alegre/RS. UFRGS, p. 475-507, 2005.

GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de. **Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring**. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A. O. (Ed.). *Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics*. Ibadan: College Press. v. 2. p. 125-140, 2004

HOMERO, Vilma. **Adubação verde garante hortaliças de qualidade a menor custo**. Publicado em 06 de setembro de 2006. Disponível em: <<http://www.faperj.br/?id=812.2.7>>. Disponível em: 08 de novembro de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estação automática de Araguatins – TO**, 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>, acesso em 10 de outubro de 2019.

KNAINOVIC, Pedro Medrado. **Taxa de decomposição de quatro espécies utilizadas para adubação verde em sistemas agroflorestais**. (Tese) Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, pags. 39, 2008.

LIMA, Juliana Domingues; SAKAI, Ronaldo Kazuo; ALDRIGHI, Michel. Produção de biomassa e composição química de adubos verdes cultivados no Vale do Ribeira. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 709-717, 2012.

LEAL, M. A. A. et al. Desempenho de crotalaria cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.3, p. 386-391, mai/jun, 2012

LINHARES, P. C. A. et al. **Crescimento do feijão-caupi sob adubação orgânica em edafoclimáticas de Catolé do Rocha-PB**. Informativo Técnico do Semiárido. INTESA (Pombal - PB - Brasil) v. 8, n. 1, p. 90-95, jan.-dez., 2014.

LOPES, Otávio Manoel Nunes. *Crotalaria juncea* L. *Crotalaria spectabilis* ROTH-Leguminosas para adubação verde do solo e alimentação animal. **Amazônia Oriental**, Altamira-Pará, 2000.

MAIA, E. N. F. et al. Biomassa de feijão de porco sob diferentes densidades de semeadura em Mossoró, RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 1, p. 43-49, jan - mar, 2013.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. **Pesquisa & tecnologia**, vol. 3, n.1, 2006.

MEHL, Herony Ulisses; SAGRILO, Edvaldo; WOLSCHICK, Dolores & ARZABE, Cristina. **Produção de Biomassa e Padrão de Decomposição de Adubos Verdes Cultivados nas Entrelinhas de Acerola Orgânica**. In: XVIII REUNIÃO

BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil, 2010

MÜLLER, M. W.; SENA-GOMES, A. R.; ALMEIDA, C. M. V. C. **Sistemas Agroflorestais com o cacauieiro**. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Ilhéus, BA, 2002.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Milheto BRS 1501 da Embrapa uma opção para a rotação de culturas**. Publicado em 17/04/2014. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/138019-milheto-brs-1501-da-embrapa-uma-opcao-para-a-rotacao-de-culturas.html>>. Acesso em: 12 de agosto de 2019

OLIVEIRA et. al. **Adubos verdes como estímulo ao uso de tecnologia sustentável em sistema agroflorestal**. In: X Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, UFMT-Campus Cuiabá, 2016.

PEREIRA, W.; LEITE, J. M.; HIPÓLITO, G. S.; SANTOS, C. L. R.; REIS, V. M. Acúmulo de biomassa em variedades de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 363- 370, 2013.

PEREIRA FILHO, I. A. Cereais de Inverno. **Artigo: Cultivo do milho**. Publicado em 13 de outubro de 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35595/1/Cultivo-milho.pdf>>. Acesso em: 05 de novembro de 2019.

PEREIRA, A. J. et al. **Desempenho Agronômico de *Crotalaria juncea* em Diferentes Arranjos Popacionais e Épocas do Ano**. Comunicado Técnico 82, Seropédica-RJ, 2005.

PINHEIRO, G. G.; LOPES, J. C.; GAI, Z. T. Qualidade fisiológica de sementes de feijão-de-porco durante o armazenamento em ambiente natural. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 295, 2013.

PORTO, M. A. F. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016

RAGOZO, C. R.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J. Adubação verde em pomar cítrico. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 69-72, 2006

RAYOL, B. P.; RAYOL-ALVINO, F. O. Produção de biomassa e teor de nutrientes do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) dc.) em reflorestamento no estado do Pará. **Agroecossistemas**, v. 4, n. 2, p. 85-90, 2012.

SALGADO, B. G. et al. Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Lavras-MG. **Rev. Árvore**, vol.30, n.3, 2006

SANTOS, J. J. F.; COSTA, C. C.; SARMENTO, J. J. ARAÚJO; LUCENA, F. T. **Efeito**

da incorporação da adubação verde em diferentes épocas com espécies leguminosas sobre as propriedades químicas do solo. In: SEABRA, G. (ORG.) Educação Ambiental & Biogeografia Ituiutaba: Barlavento, Vol. II. 2762p., 2016.

SANTOS, R. A.; CARNEIRO, P. T.; SANTOS, V. R.; COSTA, L. C.; SANTOS, Cícero G. e NETO, A. L. S. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.18, n.12, p.1255–1261, 2014.

SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; OLIVEIRA, I. A.; PEREIRA, C. E.; CAMPOS, M. C. C. Crescimento de cultivares de feijão-caupi em solo de terra firme e várzea. **Ambiência Guarapuava**, v. 13, n. 1, p. 261-270, 2017.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 22-28, 2009.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S. M.; SA, J. C. de M.; ALBRECH, A. Soil organic matter, biota na aggregation in temperate and tropical soils: effect no-tillage. **Agronomie, Les Ulis**, v. 22, p. 755-775, 2002.

SCHEMBERGUE et al. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **RESR**, Piracicaba-SP, Vol. 55, Nº 01, p. 009-030, jan./mar. 2017 – Impressa em junho de 2017

SCHEUER, J. M. **Adubação verde – crotalária, uma técnica eficiente**. Publicado 7/01/2010. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/30834/1/ADUBACAO-VERDE--CROTALARIA-UMA-TECNICA-EFICIENTE/pagina1.html>. Acesso em: 04 de novembro de 2019.

SOARES, C.; SOARES, J.; RAMBO, J. R., CAVALLARI, L. A.; OLIVEIRA, M. S. e SOARES, D. M. J. Produção de adubos verdes no Cerrado e seus efeitos sobre as plantas daninhas. **R. Ciênc. Agroamb.**, v.13, n.2, p.57-64, 2015

SOUZA, W.J.O. & MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. Viçosa, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p.885-896, 2000.

TEXEIRA, R. I. et al. Desempenho agrônomo e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 41, n. 2 p. 300-307, abr-jun, 2010

TORRES, J. L. R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n.3, p.609-618, 2005.