



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

CURSO DE AGRONOMIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MANEJO DE FORRAGEIRAS EM PLINTOSSOLOS PÉTRICOS
CONCRECIONÁRIOS NO CULTIVO DA SOJA**

PALMAS- TO

2021

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUSTAVO MENDES DE CARVALHO

MANEJO DE FORRAGEIRAS EM PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS NO CULTIVO DA SOJA

Relatório parcial apresentado à
Universidade Luterana do Brasil,
Centro Universitário Luterano de
Palmas (CEULP/ULBRA), como parte
das exigências para a avaliação da
disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso, sendo orientado pela Prof: Dra.
Michele Ribeiro Ramos.

PALMAS- TO

2021

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MANEJO DE FORRAGEIRAS EM PLINTOSSOLOS PÉTRICOS
CONCRECIONÁRIOS NO CULTIVO DA SOJA.**

Trabalho de conclusão de curso do curso de Agronomia apresentado ao Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, como parte dos requisitos a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Banca examinadora:

Orientadora:

Nome: Prof: Dra. Michele Ribeiro Ramos.
Centro Unversitário Luterano de Palmas – Ceulp/ULBRA

Membro:

Nome: Prof: Danilo Marcelo Aires dos Santos

Membro:

Nome: Prof: Benjamim Carvalho Junior

Aprovado em:/...../.....

Nota:.....

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Agradeço em especial a minha mãe Josilene, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A toda minha família e amigos que me motivam e me acompanham durante minha jornada.

A toda a equipe da coordenação do curso de Agronomia CEULP/ULBRA e professores, em especial a minha orientadora Prof: Dra. Michele Ribeiro Ramos e Prof Marcos Moraes Soares por terem me ajudado e me orientado durante todo o curso.

A toda equipe do Projeto Forrageiras FFC, em nome do Professor Danilo que me acompanhou durante todo esse trabalho realizado, me proporcionando ensinamentos e experiências durante o projeto.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O uso intensivo de áreas no Cerrado para a produção agropecuária, aliado a técnicas impróprias de manejo do solo, tem causado degradação da estrutura do solo, influenciando negativamente o desenvolvimento vegetal e predispondo o solo à degradação. As plantas de cobertura morta mantida na superfície, funciona como elemento isolante, reduzindo a amplitude térmica e hídrica no solo e filtrando os feixes de luz de ondas longas e contribui com uma melhoria dos atributos físicos, pois a palha oriunda do consórcio protege a superfície do solo, reduz a erosão, além de aumentar a matéria orgânica e auxilia a infiltração de água. O presente trabalho buscou identificar qual planta de cobertura (*Brachiaria*, *Crotalaria spectabilis*, *Panicum maximum*, *Sorghum*, *Pennisetum glaucum*) tem melhor desenvolvimento em Plintossolo Pétrico Concrecionário contribuindo para as características químicas e físicas, e aumentando produtividade da área. Os dados foram submetidos à análise de variância empregando o software Sisvar® e se encontrada significância pelo teste de F e realizado a comparação das médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados mostram destaque para o sorgo em biomassa das forragens durante os dois anos do presente trabalho, para o mombaça que obteve um resultado superior em produtividade de soja, trazendo maior rentabilidade em produção no primeiro ano, chegando a 60% de sacas a mais por hectare em comparação com o milho. E destaque ainda para os tratamentos da crotalária e mombaça que apresentaram estrutura vegetal da planta de soja melhores que os demais tratamentos, inclusive o do milho.

Palavras chave: Plintossolo Pétrico Concrecionário, Cobertura do Solo, Forrageiras, Soja, Produtividade.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. PROBLEMA	9
3. JUSTIFICATIVA	10
4. HIPÓTESES	11
5. OBJETIVOS	11
5.1 GERAL	11
5.2 ESPECÍFICOS	11
6. REFERENCIAL TEÓRICO;	12
6.1. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS	12
6.2 SOJA	13
6.3 MANEJO DE PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS	14
6.4. PLANTAS DE COBERTURAS	15
6.4.1. BRAQUIÁRIA (<i>Brachiaria</i>)	15
6.4.2 CROTALÁRIA (<i>Crotalaria spectabilis</i>)	16
6.4.3 MILHETO (<i>Pennisetum glaucum</i>)	16
6.4.4 MOMBACA (<i>Panicum</i>)	17
6.4.5 SORGO (<i>Sorghum</i>)	17
7. MATERIAL E MÉTODOS	18
7.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	18
7.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	19
7.3.1. FORRAGEIRAS E SOJA 2019/2020	19
7.3.2. FORRAGEIRAS E SOJA 2021/2022	21
7.4 COLETA DE AMOSTRAS	22
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
8.1. FORRAGEIRAS 2019	23
8.2. SOJA 2019/2020	24
8.3. FORRAGEIRAS 2021	26

8.4. SOJA 2021/2022.....	28
9. CONCLUSÃO	30
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
11. ANEXOS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Os Plintossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, todos provenientes da segregação localizada de ferro, que atua como agente de cimentação (Embrapa, 2006). São fortemente ácidos, podem apresentar saturação por bases baixa (distróficos) ou alta (eutróficos), predominando os de baixa saturação.

No Estado do Tocantins os Plintossolos ocupam uma área de mais de 31000 km² (Miranda e Bognola, 1999), cerca de 11% do território do Estado do Tocantins. Há poucos estudos sobre essa classe de solo na agricultura, principalmente com relação ao manejo, sendo necessárias pesquisas com relação ao cultivo e práticas conservacionistas. Sabemos que o uso intensivo de áreas no Cerrado para a produção agropecuária, aliado a técnicas impróprias de manejo do solo, tem causado degradação da estrutura do solo, influenciando negativamente o desenvolvimento vegetal e predispondo o solo à degradação, segundo Stone e Guimarães (2005).

Essa ocupação e utilização de áreas agrícolas necessitam da adoção de novas tecnologias fundamentadas em bases conservacionistas como: o plantio direto, a rotação de culturas e a integração agricultura-pecuária.

A manutenção da fitomassa em plantio desse sistema no cerrado brasileiro está sujeita às condições climáticas, que causam a rápida decomposição da palha, e por esta razão a busca de espécies com maior relação C/N, em culturas comerciais, ou de plantas de cobertura, deverão ser mais utilizados, pois quanto maior esse valor da relação C/N, mais lenta será a decomposição dos restos vegetais. As espécies de leguminosas que possuem menor valor de relação C/N também podem ser utilizadas no sistema pois pela decomposição mais acelerada apresentam vantagens com a liberação mais rápida de nutrientes. (CALEGARI, 1993).

As plantas utilizadas para cobertura do solo devem possuir características como: capacidade de produção de grande quantidade de matéria seca, elevada taxa de crescimento, resistência à seca e ao frio, não apresentar problemas de infestação às áreas agrícolas, facilidade de manejo, possuir sistema radicular vigoroso e profundo para melhor reciclar os nutrientes e elevada relação C/N (EMBRAPA, 1996).

Estudos realizados por Alvarenga et al. (2001) relataram que na região de Cerrado, mesmo quando a palhada é basicamente constituída de gramíneas, a sua decomposição é mais rápida, sendo um desafio a manutenção da cobertura do solo exigindo conhecimento e experiência do produtor.

O plantio de forrageiras e o uso do sistema de semeadura direta também contribui com uma melhoria dos atributos físicos, pois a palha oriunda do consórcio protege a superfície do solo, reduz a erosão, além de aumentar a matéria orgânica e auxilia a infiltração de água. A inclusão de pastagens na rotação de culturas provoca melhoria da qualidade física do solo por causa da combinação de três efeitos principais: ausência de preparo durante o ciclo da pastagem, presença de um denso sistema radicular atuando como agente agregante e aumento da atividade da macrofauna do solo (MARCHÃO, 2007).

A utilização dos diferentes sistemas de manejo ou uso do solo proporciona principalmente alterações na estrutura do solo. Em longo prazo, tal aspecto pode estar associado à formação de camadas compactadas. A compactação pode elevar a densidade e reduzir o volume de poros no solo, o que resultariam em aumento da erosão, perda na condutividade hidráulica e redução do alongamento radicular das plantas. Comparações entre sistemas de manejo e uso do solo têm sido abordadas na literatura e demonstram alterações nos atributos físicos do solo ocasionados pelas diferentes formas de cultivo (FARNEZI et al., 2015).

A cobertura do solo minimiza o processo erosivo, diminui o selamento superficial, melhora a plantabilidade da soja e reduz a emergência de plantas daninhas. Nesse sentido, é fundamental o planejamento das espécies a serem cultivadas ao longo do tempo, evitando que o solo fique descoberto (FRANCHINI et al., 2012).

O papel das espécies forrageiras na descompactação biológica do solo é importante fator para a sustentabilidade dos sistemas de produção, favorecendo o crescimento radicular da soja cultivada em sequência e aumentando a capacidade de infiltração, a condutividade hidráulica e o armazenamento de água disponível às plantas. Com isso, a capacidade da soja em tolerar períodos de deficiência hídrica sem grandes perdas de produtividade é aumentada (Embrapa, 2016).

2. PROBLEMA

Devido ao alto teor de ferro, alumínio, alta acidez, baixas reservas de nutrientes para as plantas e drenagem d'água prejudicada devido às condições de restrição à percolação ou de excesso de umidade, os plintossolos pétricos concrecionários precisam de uma atenção especial nos aspectos físicos e químicos para que seja viável o cultivo.

Os solos com plintita não são considerados favoráveis à produção agrícola (Aleksander & Cady, 1962; Asiamah & Dedzoe, 1999). Solos com estes materiais, além de endurecidos, possuem baixa fertilidade química, devido à pobreza em bases e matéria orgânica. O

endurecimento da plintita, e sua transformação em petroplintita, reduz o potencial agrícola do solo, restringindo o movimento do ar, da água e a penetração do sistema radicular das plantas (Asiamah & Dedzoe, 1999).

Considerando que os Plintossolos são solos com muita restrição física e química, necessita-se incrementar matéria orgânica para melhorar as características solo, conseqüentemente sua produtividade. O uso de adubos verdes (forrageiras) é uma boa opção conservacionista para elevar matéria orgânica da área, no Brasil, o milheto é uma gramínea muito cultivada, constituindo-se como a principal cobertura vegetal usada no sistema de plantio direto na região do Cerrado. Mas não é a única forrageira com papel de melhorar características físicas e químicas do solo, tendo outras opções, como a Brachiaria, Crotalária, Mombaça, Sorgo e o presente trabalho busca identificar qual planta de cobertura tem melhor desenvolvimento nos Plintossolos pétricos concrecionários.

3. JUSTIFICATIVA

Os Plintossolos Pétricos Concrecionários tem características físicas e químicas bem abaixo para produtividade em geral, e necessita de um cuidado minucioso para sua utilização. As plantas de cobertura aparecem como uma forma de cobrir o solo, protegendo-o contra erosão e a lixiviação de nutrientes.

As plantas de cobertura quando adequadamente utilizadas se constituem em estratégia para melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Além do mais, são essenciais para incrementos de matéria orgânica do solo, que é essencial na dinâmica desses atributos supracitados que compõem a fertilidade do solo (EMBRAPA, 2007).

A capacidade produtiva do solo é altamente dependente do teor de matéria orgânica. Em geral, em áreas com altos rendimentos são observados elevados teores de matéria orgânica. A matéria orgânica é importante para a maior retenção de água no solo, pela disponibilidade de nutrientes para as plantas e pela estruturação do solo (EMBRAPA, 2007).

Além de contribuírem para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, as espécies vegetais utilizadas como cobertura do solo auxiliam no controle de plantas daninhas, de doenças, de nematoides e de pragas, beneficiando diretamente as culturas sucessoras (EMBRAPA, 2007).

O milheto atualmente, aparece como uma das principais plantas de cobertura no Brasil, devido ser considerada uma planta pouco exigente em relação ao solo, além de ser uma cultura de boa adaptação a regiões com baixa fertilidade, déficit hídrico e altas temperaturas. Seu

sistema radicular vigoroso e sua alta capacidade de absorção de nutrientes são suas principais características. Outras plantas de cobertura aparecem como alternativas tão boas, ou até melhores que o milheto, para a melhoria dos atributos do solo físicos, químicos e biológicos do solo e aumentar a produtividade no plantio de soja. O presente trabalho busca identificar qual planta de cobertura (*Brachiaria*, *Crotalaria spectabilis*, *Panicum maximum*, *Sorghum*, *Pennisetum glaucum*) tem melhor desenvolvimento nesse tipo de solo, contribuindo para as características químicas e físicas, e aumentando produtividade da área.

4. HIPÓTESES

No presente trabalho acredita-se que a crotalária e o braquiária tenham características que possam ter resultados superiores ao do milheto. As crotalárias por serem leguminosas com alta capacidade de fixação de N, contribuem com a redução dos nematoides, inibem a comunidade de plantas daninhas e as braquiárias destacam-se por sua rusticidade, baixa exigência nutricional e tolerância à seca, em comparação com outras forrageiras, apresentam excepcional produtividade de matéria seca por isso, tem uma maior taxa de decomposição se credenciam para ter resultados superiores. O milheto devido a seu desenvolvimento em condições de baixo nível de fertilidade e tendo ainda alta resistência à seca, são uma das principais plantas de cobertura no Brasil, deve apresentar resultados consideráveis, mas devido ao plintossolos pétricos concrecionários serem solos pobres quanto à fertilidade natural e, devido ao impedimento, à mecanização e à penetração de raízes, a crotalária e o braquiaria tendem a apresentar resultados superiores. Temos o sorgo e o mombaça, que podem trazer resultados significativos em Plintossolos Pétricos Concrecionários, o sorgo é muito utilizado entressafras devido a sua resistência às condições de déficit hídrico e por ter elevada fitomassa seca, e o mombaça sendo muito utilizado ainda na agropecuária e ser resistentes a elevadas temperaturas e ter alto valor de biomassa.

5. OBJETIVOS

5.1 GERAL

Avaliar o desempenho de forrageiras e sua influência na produtividade da cultura da soja .

5.2 ESPECÍFICOS

1. Avaliar a biomassa das forrageiras em cada ciclo de sucessão.

2. Avaliar o efeito das forrageiras na produtividade da soja
3. Identificar qual planta de cobertura tem melhor desenvolvimento nos Plintossolos pétricos concrecionários.

6. REFERENCIAL TEÓRICO;

6.1. PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013), os Plintossolos incluem solos com horizontes plínticos, concrecionários ou litoplínticos. Estes horizontes são definidos de acordo com a quantidade de plintita ou petroplintitas, sua espessura e profundidade. É necessário que estes horizontes diagnósticos se iniciem dentro dos dois primeiros metros do perfil de solo e que o horizonte plíntico tenha pelo menos 15% de plintita (por volume) e 15 cm de espessura; o horizonte concrecionário deve conter 50% ou mais de material grosseiro e pelo menos 30 cm de espessura; já o horizonte litoplíntico deve conter blocos com petroplintita com tamanho mínimo de 20 cm e uma espessura de 10 cm (Embrapa, 2013).

Os Plintossolos Pétricos Concrecionários apresentam um horizonte ou camada concrecionário ou litoplíntico, com sérias restrições ao uso agrícola devido ao enraizamento das plantas, entrave ao uso de equipamentos agrícolas e pouco volume de solo disponível para as plantas. Nestes solos, pastagens constituem o uso mais comum.

Os Plintossolos Pétricos Concrecionários são comuns nas Regiões Central e Norte do Brasil, sendo usualmente pobres quanto à fertilidade natural e, devido ao impedimento, à mecanização e à penetração de raízes, representada pelas concreções, são normalmente utilizados com pastagens. Localmente, encontram-se solos concrecionários exibindo fertilidade natural elevada quando ocupam encostas com maior declividade e, muitas vezes, relacionadas com bordas de antigas superfícies de erosão ou superfície de aplanamento da região central do Brasil.

Com o avanço da fronteira agrícola e a conseqüente necessidade de ocupação e incorporação das terras aos processos produtivos, áreas com solos férteis ocupadas por manchas de florestas são rapidamente envolvidas pela ação humana e, normalmente, transformadas em pastagens devido ao impedimento à mecanização representado pelas concreções.

6.2 SOJA

Nas últimas três décadas, a produtividade média da soja aumentou expressivamente no Brasil, em razão da geração, ajuste e transferência de tecnologias. Atualmente, a produtividade brasileira de soja é similar a dos Estados Unidos e Argentina – próximo a 3 t ha⁻¹. No entanto, há registros de produtividades superiores a 6 t ha⁻¹, demonstrando o elevado potencial produtivo da cultura. Apesar dos diagnósticos positivos, ainda existem grandes desafios a serem superados para que este potencial produtivo seja totalmente efetivado (Empraba, 2016).

Além da evolução da produtividade de grãos, a soja experimentou aumentos expressivos de área cultivada no Brasil. Isso ocorreu por influência de várias forças motrizes, sobretudo bons fundamentos de mercado, alta liquidez, cultivo altamente mecanizado, baixa necessidade de mão de obra e amplo portfólio de tecnologias disponíveis (Empraba, 2016).

Principal ativo agropecuário do Tocantins, a soja não para de trazer divisas para o Estado através das exportações. De janeiro a outubro de 2021, as vendas da leguminosa para o exterior alcançaram US\$ 1,24 bilhão (cerca de R\$ 6,7 bilhões), superando o valor apurado no mesmo período do ano de 2020 em 44%. Em dinheiro, a elevação representou US\$ 374,69 milhões a mais (cerca de R\$ 2,04 bilhões). (Norte Agropecuário, 2021)

Já em volume, o crescimento registrado nos primeiros dez meses do ano na comparação com janeiro a outubro de 2020 é de 12% - 2,79 milhões de toneladas agora contra 2,49 milhões de toneladas do ano passado. (Norte Agropecuário, 2021)

Destaca-se que alguns municípios com potencial produtivo se encontram na região central do estado, nas proximidades de Palmas –TO, como Porto Nacional e Monte do Carmo. Sendo assim, para promover um maior apoio ao progresso da sojicultura regional, estudos e desenvolvimento de pesquisas científicas são de grande importância, para aprimorar e avaliar novas alternativas de Manejo, visando o aumento produtivo do grão soja, trazendo inúmeros aspectos positivos para a economia estadual.

Apesar dos aumentos consecutivos obtidos na produção, o monocultivo de soja vem levando a um processo de degradação dos solos e uma consequente redução da capacidade produtiva dessas áreas. É necessária a reversão desse processo com o uso de práticas conservacionistas de cultivo, auxiliando a preservação dos recursos naturais e favorecendo a cultura sucessora (BLAINSKI et al., 2008).

6.3 MANEJO DE PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS

A baixa fertilidade natural na maioria dos casos, a elevada toxicidade por alumínio muito comum neles, a permeabilidade do solo, a restrição ao enraizamento das plantas e o entrave ao uso de equipamento agrícola, tornam-nos inaptos ou com aptidão muito restrita aos cultivos em plintossolos pétricos concrecionários.

Asiamah et al. (1999) e Eze et al. (2014) relataram que a presença de plintita pode acelerar o processo erosivo do solo. Isto porque a presença da plintita no solo impede o movimento da água para baixo, causa a saturação do horizonte acima, ocorrendo a perda e o movimento lateral do solo por erosão hídrica.

A adoção de sistemas conservacionistas, como o plantio direto, tem se apresentado como alternativa viável para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola do solo. O sucesso do sistema está no fato de a palhada acumulada pelas culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais proporcionarem um ambiente favorável à recuperação ou à manutenção da qualidade do solo (Silva et al. 2000, Menezes 2002).

Para amenizar os impactos causados pela mudança de uso do solo alguns produtores implantaram o sistema de plantação direta (PD) e outras alternativas de gestão dos restos culturais, para mitigar a degradação do solo, desejando-se a formação de coberturas vegetais eficientes no controle de plantas invasoras e melhoria das condições químicas e físico-hídricas do solo. O benefício mais visível do PD é o desenvolvimento radicular em profundidade pela diminuição do impedimento mecânico e, ou, resistência à penetração ao longo do tempo (Tormena e Roloff, 1996).

Segundo Muzilli (1981b), as razões para a acentuada adoção deste sistema são: controle da erosão, ganho de tempo para o plantio; economia de combustível; melhor estabelecimento da cultura; maior retenção de água no solo; economia de mão-de-obra e em máquinas e implementos.

O rendimento de grãos, como na maioria das culturas e sob diferentes tipos de manejo, depende muito das condições climáticas do ano agrícola, precipitação, qualidade de manejo, qualidade fitossanitária da cultura e nível de fertilidade do solo. Por isso na literatura é complexo e variável os comportamentos das culturas a cada manejo, ainda mais levando em conta que cada região, ou até dentro de uma mesma região ou propriedade, pode existir uma variabilidade em relação a adaptabilidade e escolha de melhor manejo. É preciso destacar, contudo, que nos anos em que ocorre deficiência hídrica perdas de rendimento quase sempre são registradas (Fageria et al., 1995; Carmo, 1997).

Quanto mais o sistema radicular penetrar no solo, maior será o volume de solo explorado, maior absorção de água e nutrientes, refletindo na maior produção de biomassa, descompactação do solo e a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo. Desse modo, o sistema de preparo do solo adotado pode influenciar diretamente no acúmulo de nutrientes na biomassa das plantas de cobertura utilizadas em sucessão.

6.4. PLANTAS DE COBERTURAS

6.4.1. BRAQUIÁRIA (*Brachiaria*)

As braquiárias utilizadas até o momento, são plantas pouco tolerantes a baixas temperaturas, não sendo indicadas para regiões onde ocorrem geadas fortes. A temperatura ótima para o desenvolvimento das plantas é de aproximadamente 30 ° C e temperaturas inferiores a 25 ° C reduzem a sua taxa de crescimento. As plantas deste gênero adaptam-se a variadas condições de solo e clima, mas a sua expansão deveu-se principalmente a adaptação de diversas cultivares a condições de solos com baixa e média fertilidade, onde proporcionam produções satisfatórias de forragem (ALVES et al. 2010).

Recentemente, o uso de espécies forrageiras como as do gênero *Brachiaria* para a formação de palha, vêm despertando o interesse de agricultores e pesquisadores (APDC, 2001; BERNARDES, 2003; TORRES, 2003; ANDRIOLI, 2004). Estas forrageiras apresentam grande potencial na manutenção da palha sobre o solo devido a sua relação C/N alta, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes. As braquiárias apresentam boa adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas (KISSMANN & GROTH, 1997) e, devido sua alta capacidade de rebrotes, poderiam ser usadas para pastoreio de animais nas épocas mais críticas do ano, em que ocorre escassez de alimentos, sem afetar a sua performance por época do manejo.

A braquiária se destaca por apresentar excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo. Segundo BERNARDES (2003), esta forrageira já é difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita a sua eventual adoção para a produção de massa para a cobertura do solo, em sistema plantio direto.

6.4.2 CROTALÁRIA (*Crotalaria spectabilis*)

O gênero *Crotalaria* L. (*Leguminosae*) consiste de cerca de 500 espécies, localizadas em áreas tropicais e subtropicais. Inicialmente era considerada uma planta daninha, mas hoje ela tem importância econômica tanto pelo seu uso no controle de nematóides quanto pela produção de forragem, produção de fibras, adubação verde, e controle da erosão do solo. A *Crotalaria juncea* é muito eficiente como produtora de massa vegetal e como fixadora de nitrogênio (Salgado et al., 1982). Wutke (1993) considera que a *C. juncea* pode fixar 150 a 165 kg ha⁻¹ de nitrogênio no solo, podendo chegar a 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em certas ocasiões, produzindo 10 a 15 toneladas de matéria seca correspondendo a 41 e 217 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Aos 130 dias de idade, pode apresentar raízes na profundidade de até 4,5 m, sendo que 79% de seu peso se encontram nos primeiros 30 cm.

Planta anual, ereta, arbustiva, de crescimento determinado e muito bem adaptada aos solos arenosos, “soltos” e com fertilidade diminuída, embora seja muito sensível ao alumínio no solo. Dentre as espécies, é a que tem crescimento inicial muito mais rápido, o que a torna interessante para o controle de plantas infestantes ou para ocupação de áreas por menor tempo. É considerada “má” hospedeira dos nematóides formadores de galhas (*Meloydogyne* spp.), e durante seu ciclo a proliferação desses vermes é dificultada e sua população diminui no solo. Quando as plantas forem destinadas à produção de sementes, recomendase adiar a semeadura para março ou abril, para obter plantas mais baixas e facilitar tanto a colheita manual quanto a mecânica, apesar da redução da quantidade de fitomassa produzida.

6.4.3 MILHETO (*Pennisetum glaucum*)

No Brasil, o milheto é uma gramínea muito cultivada na entressafra, constituindo-se como a principal cobertura vegetal usada no sistema de plantio direto na região do Cerrado, caracterizando sua grande importância na ciclagem de nutriente e conservação do solo (SILVA et al., 2003). Por ser considerada uma planta pouco exigente em relação ao solo, o milheto é uma cultura de boa adaptação a regiões com baixa fertilidade, déficit hídrico e altas temperaturas. Seu sistema radicular vigoroso e sua alta capacidade de absorção de nutrientes são as principais características que fazem com que esta espécie sobressaia às outras coberturas verdes.

O milheto é uma espécie gramínea que se destaca pela elevada produção de fitomassa e pelo acúmulo e liberação de nutrientes, devendo ser implantada no início da entressafra para

apresentar melhores resultados, pois neste período costuma ocorrer maior possibilidade de chuvas (PACHECO et al., 2011). Seu sistema radicular profundo permite ciclagem de nutrientes em quantidades consideráveis, deixando-os disponíveis as culturas subseqüentes, uma vez que a plantas de milho absorvem os nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial após a decomposição dos seus resíduos (PIRES et al., 2007).

6.4.4 MOMBAÇA (*Panicum*)

Dentro desse contexto, as poáceas forrageiras *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) são novas e promissoras fontes de palhada para o SPD, devido à produção de grande quantidade de matéria seca (Kluthcouski et al., 2003) e à capacidade de suprimir os nematóides das galhas (Brito & Ferraz, 1987; Dias-Arieira et al., 2003) e o nematóide reniforme (Asmus & Cargnin, 2005).

O capim Mombaça (*Panicum maximum*) é considerado uma das forrageiras tropicais mais produtivas à disposição dos pecuaristas, podendo atingir produção de massa seca anual em torno de 33 t ha⁻¹ (Jank, 1995).

Panicum maximum (Jacq.) cv. Mombaça é uma gramínea forrageira utilizada para a formação de pastagens em regiões tropicais do Brasil e outros países da América e África devido à alta capacidade de produção de matéria seca, qualidade de forragem, facilidade de estabelecimento, aceitabilidade pelos animais, capacidade de emissão de perfilhos vigorosos e tolerância à seca (MENDONÇA et al., 2014; MULLER et al., 2002; REYNOSO et al., 2009). Esta última característica tem motivado uma demanda expressiva por sementes desta cultivar (CANTO et al., 2012).

6.4.5 SORGO (*Sorghum*)

As plantas de sorgo (*Sorghum spp*) são cultivares com alto potencial de produção de massa verde sendo cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade está em torno de 15 t ha⁻¹ de matéria seca em um único corte.

A cultura é adaptada para o cultivo em zonas áridas e semiáridas, tornando-se alimento básico pelas seguintes razões: apresenta elevado potencial produtivo, é uma fonte de energia qualificada para o arraçãoamento animal, possui grande versatilidade para ensilagem, feno, pastejo direto, além de ser uma planta resistente a períodos prolongados de deficit hídrico. O

sorgo tem participado ativamente como alimento para o rebanho no período seco por meio do sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

A capacidade de adaptabilidade da cultura a climas tropicais e temperados, assim como a elevada eficiência na utilização da água, a tolerância a estiagens e a capacidade potencial de produzir grandes quantidades de biomassa lignocelulósica são alguns dos pontos positivos dessa planta.

Raízes de sorgo liberam compostos de natureza hidrofóbica, especialmente a benzoquinona sorgoleone, potente inibidor da respiração mitocondrial (Rasmussen et al., 1992) e, principalmente, do transporte de elétrons no fotossistema II (Einhellig et al., 1993; Nimbale et al., 1996; Gonzalez et al., 1997). Sorgoleone é capaz de suprimir diferencialmente o crescimento de várias espécies daninhas e cultivadas (Netzly et al., 1988; Einhellig & Souza, 1992; Nimbale et al., 1996).

7. MATERIAL E MÉTODOS

7.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi implantado no CEULP/ULBRA no município de Palmas- TO com coordenadas 10°16'33.2"S 48°20'07.6"W, que apresenta clima úmido/semiúmido com moderada deficiência hídrica, com média anual de precipitação de 1500-1600 mm/ano, e temperatura média anual variando de 26 a 28°C tropical, com predominância de chuvas no verão, e inverno seco. A classificação climática é o tipo Aw segundo Köppen e Geiger. Pertence ao bioma cerrado, com predomínio de vegetação semidecidual. O solo da área foi classificado como Plintossolo Pétrico Concrecionário típico textura argilosa. Para caracterização da área foram realizadas amostras do solo, metodologia preconizada por Teixeira, et al., (2017) e os resultados estão demonstrados nas Tabelas 1.

Tabela 1 – Análise química e granulométrica do solo na profundidade de 0-20 cm, da área experimental.

Hor	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	PH (CaCl ₂)	P(meh)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
				mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----			
A	0-20	5,88	5,17	4,19	0,08	0,76	0,28	0,20
Hor	Prof. (cm)	H+Al	M.O.	C.O.	SB	CTC	V	m
		cmol _c dm ⁻³	----g dm ⁻³ ----		-cmol _c dm ⁻³ -		-----%	
A	0-20	4,40	18,56	10,77	1,12	5,52	20,29	15,15
Granulométrica								
Hor	Prof. (cm)	Areia		Argila			Silte	
		-----g kg ⁻¹ -----						
A	0-20	277		530			193	

O plantio das forrageiras 2019 foi realizado no dia 18 de maio de 2019, a limpeza das entrelinhas durante o manejo das forrageiras foram feitas de forma manual, com a utilização de enxadas. O corte das forrageiras para amostragem foi realizado no dia 29 de julho de 2019, colocadas para secar na casa de vegetação, para determinação de massa seca das forrageiras, no mesmo dia foi roçada a área e toda a palhada foi espalhada de forma uniforme dentro das suas parcelas.

O plantio da soja 2019/2020 foi realizado no dia 05 de novembro de 2019, e a colheita da soja foi realizado no dia 17 de março de 2020.

Foram feitos os tratamentos para cada forrageira e soja, de acordo recomendação de análise de solo para cada cultura. No quadro 02 informa todos os tratamentos realizados no primeiro ano de plantio das forrageiras e soja.

Quadro 02 – Tratamentos e manejos de plantio das Forrageiras 2019 e Soja 2019/2020.

Forrageiras 2019/2020	
Cultura	Tratamento
Braquiaria	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 2 g/m de sementes.
Crotalária	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 3,6 g/m de sementes.
Mombaça	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 2 g/m de sementes.
Milheto	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 2 g/m de sementes.
Sorgo	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 2 g/m de sementes.
Soja 2019/2020	
Soja	A cultivar utilizada foi NS 7667, população 280 mil plantas por há. Com densidade de 16 sementes por metro com espaçamento de 0,50 m entre linhas, a adubação de base foi 5-25-15 na dose de 350 kg ha ⁻¹ , antes da semeadura as sementes de soja foram inoculadas com o Goplan seguindo a dose recomendada do fabricante de 1 ml para 1 kg de sementes, sendo utilizado 3 mL de Goplan. Foi utilizado ainda o 4 mL de Proteat (recomendação 2 mL por kg de semente) e 4 mL de Creuser (recomendação 2 mL por kg de sementes) para tratamentos químicos. A semeadura da soja ocorreu no dia 05 de novembro de 2019, e para adubação de cobertura foi aplicado 100 kg ha ⁻¹ de KCl.

A dessecação das plantas de cobertura, aconteceu quando as plantas atingiram o máximo desenvolvimento de acordo a cada espécie e foi pulverizado com herbicida glifosato.

7.3.2. FORRAGEIRAS E SOJA 2021/2022

Após a coleta e interpretação da análise de solo foi feito o plantio das forrageiras e da soja seguindo cronograma de acordo o quadro 03.

Quadro 03 – Cronograma de plantio e manejos das Forrageiras e Soja 2021/2022.

ETAPAS	MESES/ANO (2021/2022)									
	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
PLANTIO DAS FORRAGEIRAS	X									
MANEJO FORRAGEIRAS	X	X	X	X						
COLHEITA DAS FORRAGEIRAS					X					
PLANTIO DA SOJA							X			
MANEJO DA SOJA							X	X	X	
AMOSTRAGEM EM R2									X	
COLHEITA DA SOJA										

O plantio das forrageiras 2021 foi realizado no dia 29 de abril de 2021, a limpeza das entrelinhas durante o manejo das forrageiras foram feitas de forma manual, com a utilização de enxadas. O corte das forrageiras para amostragem foi realizado no dia 07 de agosto de 2021, colocadas para secar na casa de vegetação, para determinação de massa seca das forrageiras, e posteriormente na mesma semana foi roçada a área e toda a palhada foi espalhada de forma uniforme dentro das suas parcelas.

O plantio da soja 2021/2022 foi realizado no dia 23 de outubro de 2021, e a amostragem da soja em R2 foi realizado no dia 09 de dezembro de 2021.

Foram feitos os tratamentos para cada forrageira e soja, de acordo recomendação de análise de solo para cada cultura. No quadro 04 informa todos os tratamentos realizados no primeiro ano de plantio das forrageiras e soja.

Quadro 04 – Tratamentos e manejos de plantio das Forrageiras 2021 e Soja 20021/2022.

Forrageiras 2021	
Cultura	Tratamento
Brachiaria	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 4 g/m de sementes.
Crotalária	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 4,5 g/m de sementes.

Mombaça	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 3,5 g/m de sementes.
Milheto	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 3,0 g/m de sementes.
Sorgo	Profundidade de plantio a 3 cm. Em linha, com espaçamento de 0,50m, com 3,0 g/m de sementes.
Soja 2021/2022	
Soja	A cultivar utilizada foi BRASMAX ULTRA, população de 400 mil plantas por ha, foi utilizado com densidade de 23 sementes por metro com espaçamento de 0,50 m entre linhas, a adubação de base foi 5-25-15 na dose de 200 kg ha ⁻¹ e 50 kg ha ⁻¹ de K ₂ O, antes da semeadura as sementes de soja foram inoculadas com o Goplan seguindo a dose recomendada do fabricante de 1 ml para 1 kg de sementes, sendo utilizado 3 mL de Goplan. Foi utilizado ainda o 4 mL de Proteat (recomendação 2 mL por kg de semente) e 4 mL de Creuser (recomendação 2 mL por kg de sementes) para tratamentos químicos. A semeadura da soja ocorreu no dia 23 de outubro de 2021.

7.4 COLETA DE AMOSTRAS

As amostragens das forrageiras de 2019 e 2021 foram coletados quatro pontos aleatórios de 1 metro quadrado em cada espécie de forrageiras. Após a coleta as forrageiras foram condicionadas na casa de vegetação para secagem, onde ficaram por 07 dias, para ser pesadas secas, sem o excesso de água na planta, e posteriormente foram pesadas em balança analítica, utilizando duas casas decimais após o ponto.

Foram avaliados nas forrageiras de 2019 e 2020:

Biomassa: As forrageiras foram determinadas a produção de biomassa seca. utilizando-se um quadrado de 1,0 m de lado, deixando-o para secar na casa de vegetação para ser pesadas em balança analítica.

A amostragem da soja de 2019/2020 foi feita após a coleta de quatro pontos aleatórios de 1 metro da linha de semeadura da soja em cada tratamento. Após a coleta as plantas foram condicionadas na casa de vegetação para secagem, durante 07 dias e posteriormente a avaliação e determinação do número de vagens, número de grãos por vagem e produtividade. A cultivar utilizada foi NS 7667, com densidade de 16 sementes por metro com espaçamento de 0,50 m entre linhas, a adubação de base foi 5-25-15 na dose de 350 kg ha⁻¹.

Foram avaliados em soja 2019/2020:

Características agronômicas: No estágio de R8, realizou a avaliação aleatória de 4 linhas de 1 metro em cada manejo, foram escolhidas de forma aleatória. Essas plantas após identificação, onde foram determinadas: altura de plantas, diâmetro do caule, número de nós, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.

Produção de grãos: no estágio R8 coletou-se em cada manejo, uma amostra com todas as plantas contidas em 4 linhas com 1 m de comprimento. Após arranquio, as plantas foram enfeixadas, identificadas e levadas para a casa de vegetação para serem avaliadas a produtividade total e produtividade de sc/ha .

Enquanto a soja 2021/2022 foi feita a amostragem em R2, onde foram medidas 20 plantas de cada tratamento, buscando altura de planta, número de nós e diâmetro do caule. Cada tratamento foi dividido em 04 partes, e cada parte foram selecionadas 05 plantas de forma aleatória que representasse o talhão do tratamento. A cultivar utilizada foi BRASMAX ULTRA.

Características agronômicas: No estágio de R2, realizou a avaliação aleatória de 20 plantas de cada manejo, foram escolhidas de forma aleatória. Essas plantas após identificação, onde foram determinadas: altura de plantas, diâmetro do caule, número de nós,.

Os valores obtidos nas avaliações foram submetidos a ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5%, utilizando o programa Sisvar 5.1 (FERREIRA, 2000).

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1. FORRAGEIRAS 2019

A análise de variância trouxe dados das forrageiras, onde observa – se do que o sorgo obteve maior fitomassa em relação as demais espécies estudadas(Tabela 02), apresentando resultado de 12,7t ha⁻¹ de biomassa, sendo o melhor em relação as demais forrageiras em biomassa por Kg ha⁻¹. Seguidos por braquiária e mombaça com resultados significativo iguais, em torno de 7,2 t ha⁻¹, e logo após o milheto com 6,8 t ha⁻¹, e com menor valor resultado em relação a biomassa por Kg ha⁻¹ foi a crotalaria 3,2 t ha⁻¹.

TABELA 02 - Valores médios da biomassa (Kg ha⁻¹) de espécies forrageiras cultivados em Plintossolo no agrícola de 2019, Palmas – TO, 2021.

Tratamentos		Biomassa (Kg ha ⁻¹)
p>F	Espécies forrageiras	0,0001*
	CV(%)	28,46
		Tukey
	Espécies Forrageiras	
	Capim Braquiária	7216,00 b
	Milheto	6883,00 bc
	Sorgo	12726,66 a
	Capim Mombaça	7343,66 b
	Crotalária	3230,00 c

ns – não significativo; * - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A crotalária é mais dependente de condições climáticas favoráveis do que as outras espécies. A crotalária tem crescimento rápido nos primeiros dias, mas tem um ciclo maior em comparação as demais forrageiras, fazendo com que ela demore mais chegar ao seu máximo desempenho. Esse fato pode ser limitador a produção e persistência de massa e cobertura da superfície do solo, porém a crotalária ainda pode ser utilizada para outros fins, em um sistema de rotação de culturas, como a fixação biológica de nitrogênio e a redução na detoxicação de agroquímicos.

Além de as plantas de sorgo possuírem capacidade de produção de níveis de palha mais elevados, é possível que quantidades menores de palha dessa espécie sejam suficientes para resultar em supressão superior do crescimento de plantas daninhas.

A palhada do sorgo tem uma relação carbono:nitrogênio maior, assim os organismos do solo decompõem lentamente essa biomassa e retiram do solo nitrogênio mineral necessário para compor seus tecidos, diminuindo a decomposição da palhada quando não for adicionado outra fonte de nitrogênio, podendo causar deficiências de N para a cultura plantada posteriormente, principalmente se for uma espécie não leguminosa. O nitrogênio imobilizado nos corpos dos organismos do solo retorna ao solo a medida que ocorre a decomposição da palhada e diminuição da relação C:N da matéria orgânica total do solo.

8.2. SOJA 2019/2020

Na Tabela 03 verifica – se a análise de variância dos dados do cultivo da soja, onde vários dados são apresentados como os valores são altura de plantas (ALT.), inserção da

primeira vagem (IPV), número de nós (NN), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD.) em Kg ha⁻¹ e sacos (sc ha⁻¹), onde se destacaram a área do cultivo da mombaça com valores consideráveis e significativos em relação aos demais na área da produtividade com o total de 73,89 sc ha⁻¹, se compararmos ao talhão da testemunha teve um acréscimo de 90,34% de produtividades em sacas de soja por hectare, onde a testemunha obteve 38,82 sc ha⁻¹.

TABELA 03 - Valores médios dos caracteres agrônômicos: altura de plantas (ALT.), inserção da primeira vagem (IPV), número de nós (NN), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD.) em Kg ha⁻¹ e sacos(sc ha⁻¹) cultivados em Plintossolo, sobre palhada de espécies forrageiras no agrícola de 2019/2020, Palmas – TO, 2021.

Tratamentos		ALT.	IPV.	NN	NVP	NGP	PROD.	PROD.
		cm	cm	un.	un.	un.	Kg ha ⁻¹	sc ha ⁻¹
p>F	Espécies Forrageiras	0,0016*	0,0001*	0,0001*	0,0002*	0,008*	0,0002*	0,0002*
	CV(%)	10,08	11,01	8,42	18,84	20,99	13,86	13,86

TUKEY

Espécies

Forrageiras

Capim Braquiária	71,06 a	17,04 a	16,52 ab	56,70 ab	80,52 ab	3321,00 b	55,35 b
Milheto	61,91 ab	16,91 a	18,55 a	70,19 a	91,19 a	2767,77 b	46,13 b
Sorgo	54,30 bc	9,09 b	14,26 bcd	48,42 b	81,10 ab	3035,30 b	50,58 b
Capim Mombaça	59,43 abc	7,97 b	15,10 bc	54,72 ab	97,57 a	4433,77 a	73,89 a
Crotalária	56,32 bc	15,18 a	11,81 d	26,53 c	43,88 c	2958,16 b	49,30 b
Testemunha	48,24 c	8,19 b	12,52 cd	38,82 bc	50,92 bc	2389,56 b	38,82 b

ns – não significativo; * - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em comparação ao milho com 46,13 sc ha⁻¹, o mombaça obteve 60,17% a mais em produtividades em sacas por hectare. Em relação à altura de plantas destaque para o tratamento com braquiária que obteve altura de plantas em 71,06 cm, um acréscimo de 14,77% em relação ao tratamento do milho que obteve altura de 61,91 cm.

Na inserção da primeira vagem destaque para o tratamento de braquiária, milho e crotalária, que obtiveram 17,04 cm, 16,91 cm e 15,18 cm, respectivamente. Enquanto ao número de nós da haste principal destaque para o milho com o valor de 18,55 nós por planta.

Se considerarmos apenas a parte vegetal da planta, destaque para os manejos com braquiária e milho, que tiveram resultados médios maiores que as demais espécies, mas acabaram não entregando resultados em produtividade maiores que o mombaça, que teve resultados significativos em relação aos demais tratamentos. Esse fato do braquiária pode ser

justificado pelo primeiro ano da implantação do sistema. Conforme Chioderoli et al. (2012) a cobertura vegetal do solo poderá trazer benefícios a médio prazo. Outro possível fator, para não obter diferenças significativas, pode estar associado pelo crescimento inicial lento das braquiárias o que pode acarretar na matocompetição (TIMOSSI et al, 2007), como constataram Durigan et al. (1983) a competição durante os 20 primeiros dias após a emergência da cultura causou redução na produção de cultivares de soja.

Braquiária, milho, sorgo, crotalaria e testemunha apresentaram resultados significativos iguais em relação a produtividade em plintossolo pétrico concrecionários.

Lembrando que a crotalaria apresenta características como fixação biológica de nitrogênio e melhoramento físico e biológico do solo, trazendo melhorias a longo prazo, apesar de não ter sido significativa, resultado de produtividade representa que existe potencial de melhorias nas condições do solo, que a longo prazo poderá proporcionar maiores diferenças na produção desse grão. Outro fator que deve ser observado, é que apesar de ter sido detectado diferença significativa para número de grão por vagem, e isso não ter sido refletido na produtividade, pode ser justificado pela massa de grãos que foi inferior. Considerando que a produtividade é o produto do número de plantas e massa de grãos, evidencia-se que o número de grãos por vagem não é o fator que influencia diretamente na produtividade. Contudo, vale lembrar que se os grãos tivessem maior massa, esse resultado seria diferente. Silva et al. (2002), estudaram reciclagem e incorporação de nutrientes de diversos adubos verdes, crotalárias (*juncea e spectabilis*), feijão-guandu, mucuna-preta, mucuna-anã, labe-labe e feijão-de-porco, e a Crotalaria *spectabilis* e mucuna-anã, incorporaram menores quantidade de nutrientes ao solo, a *C. spectabilis* apresentou baixa germinação e subsequente menor produção de massa seca e dentre os nutrientes com baixo teor acumulado está o Potássio (K), elemento essencial para enchimento de grãos da soja.

Enquanto o sorgo obteve maior biomassa, possibilitando crescimento de produtividade nos anos subsequente.

8.3. FORRAGEIRAS 2021

A análise de variância dos dados das forrageiras, foi observado que o sorgo obteve um resultado melhor novamente em relação a biomassa, apresentando resultado significativo em relação as demais forrageiras em biomassa por Kg ha. Com resultado de 7,6 t ha⁻¹ resultado com 100,56% a mais que as 3,8 t do milho, que possui ciclo parecido com o do sorgo. (Tabela 04).

TABELA 04 - Valores médios da biomassa (Kg ha⁻¹) de espécies forrageiras cultivados em Plintossolo no agrícola de 2021, Palmas – TO, 2021.

Tratamentos		Biomassa (Kg ha ⁻¹)
p>F	Espécies forrageiras	0,0004*
	CV(%)	28,84
		Tukey
Espécies Forrageiras		
	Capim Braquiária	3678,50 b
	Milheto	3813,00 b
	Sorgo	7647,50 a
	Capim Mombaça	1917,25 b
	Crotalária	4112,25 b

ns – não significativo; * - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Seguidos por braquiária, mombaça, milheto e crotalária que tiveram resultados significativo iguais em relação a biomassa por Kg ha⁻¹.

A quantidade de massa seca produzida influencia, diretamente, no acúmulo de carbono orgânico acumulado em sistemas de plantio direto (SÁ et al., 2014). O aumento dos teores de carbono orgânico resultam em aumento da agregação do solo, redução da densidade do solo, aumento da porosidade e infiltração de água (TIVET et al., 2013).

O sorgo apresentou resultados superiores em relação a biomassa Kg ha⁻¹ nos dois anos de cultivo, em comparativos com as demais das forrageiras devido a sua alta relação carbono:nitrogênio. Em relação a matéria seca, a crotalária teve resultado melhor que o milheto, enquanto braquiária e mombaça tiveram resultados significativos iguais ao do milheto.

A crotalária que possui ciclo maior, e depende mais de condições climáticas favoráveis do que as outras forrageiras, já apresenta significativos iguais e com condições que podem evoluir ainda mais.

Em comparação com outros trabalhos parecidos, como por exemplo no “PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FORRAGEM DE CULTIVARES DE MEGATHYRSUS MAXIMUM” o Mombaça em neossolo quartzarênico apresentou 3,1 t ha⁻¹ de biomassa seca, enquanto em plintossolo pétrico concrecionario obteve resultado superior com valor de 7,3 t ha⁻¹ e no segundo ano abaixo com valor de 1,9 t ha⁻¹ , isso devido a germinação da cultivar escolhida apresentou falhas, levando produtividade ficar abaixo do esperado.

Em comparação com outros trabalhos parecidos, como por exemplo no “PRODUÇÃO DE BIOMASSA E COBERTURA DO SOLO POR MILHETO, BRAQUIÁRIA E CROTALÁRIA CULTIVADOS EM CULTURA PURA E CONSORCIADOS” feito em Latossolo Vermelho-Amarelo o milho e a braquiária cultivadas em cultura pura produzem mais massa seca do que a crotalária em cultura pura. Enquanto no presente trabalho feito em plintossolo pétrico concrecionário, o milho com 6,8t ha⁻¹ e a braquiária 7,2t ha⁻¹ apresentaram mais massa seca que a crotalária 3,2 t ha⁻¹ no primeiro ano, enquanto no segundo ano do plantio de forrageiras, a crotalária apresentou resultados maiores com 4,1 t ha⁻¹ que a braquiária 3,6 t ha⁻¹ e o milho 3,8 t ha⁻¹.

8.4. SOJA 2021/2022

A análise de variância dos dados do cultivo da soja, apresentam vários dados da planta da soja em R2, cultivado sobre a palhada de diferentes espécies forrageiras. Os valores são de altura da soja (cm), diâmetro do caule (cm) e número de nós da haste principal, estão na tabela 05, onde se destacam a área do cultivo da crotalária e mombaça com valores consideráveis e significativos em relação aos demais. Em relação à altura de plantas destaque para o tratamento com crotalária com 51,95 cm, sendo com maior que os demais tratamentos, e tendo quase 10% de altura a mais que os 47,50 cm do milho.

TABELA 05 - Valores médios do crescimento da planta da soja em R2, cultivado em sobre a palhada de diferentes espécies forrageiras em Plintossolo, Palmas – TO, 2021.

Tratamentos		Altura de planta (cm)	Diâmetro do caule (cm)	Número de nós da haste principal
p>F	Tratamento	0,0008*	0,04*	0,0001*
	CV(%)	4,19	9,48	1,96
TUKEY				
Forrageiras				
	Braquiária	44,40 b	0,47 ab	13,05 a
	Milho	47,50 b	0,47 ab	13,15 a
	Mombaça	48,60 ab	0,50 a	12,90 ab
	Sorgo	45,35 b	0,40 b	12,40 bc
	Crotalária	51,95 a	0,47 ab	12,75 ab
	Sem forrageiras	45,50 b	0,42 ab	11,85 c

ns – não significativo; * - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação a diâmetro do caule destaque para o tratamento de mombaça com 0,50 cm, e logo após vem braquiária, milho e crotalaria com valores iguais a 0,47 cm em todos

Em relação ao número de nós da haste principal destaque para a braquiária e milho, com valores 13,05 nós e 13,15 nós respectivamente. Mas de modo geral as áreas dos cultivos de mombaça e crotalaria se destacam com valores médios superiores aos demais, logo após vem braquiária e milho com resultados praticamente iguais. Devido a sua característica de fixação de nitrogênio e melhoras físicas e químicas do solo, o tratamento com a crotalaria começa a se destacar, e já consegue juntamente com a braquiária se destacarem em estrutura vegetal da planta de soja. A braquiária que cultivada em cultura pura demora mais tempo para cobrir e aparecer resultados direto ao produtor.

Os manejos de milho e braquiária apresentaram maiores resultados no primeiro ano em relação a estrutura vegetal da planta de soja, mas não tiveram maior rendimento em produtividade. No segundo ano os tratamentos de crotalaria e mombaça apresentaram maior rendimento, mas isso não é garantia de produtividade, devido a diversos fatores, como enchimento de grãos, disponibilização de nutrientes para a plantas em estágios finais.

Os valores de produtividade da soja 2021/2022 não foram analisados devido a data de apresentação desse trabalho.

9. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram destaque para o sorgo em biomassa das forragens durante os dois anos do presente trabalho, para o mombaça que obteve um resultado superior em produtividade de soja, trazendo maior rentabilidade em produção no primeiro ano, chegando a 60% de sacas a mais por hectare em comparação com o milho. E destaque ainda para os tratamentos da crotalaria e mombaça que apresentaram estrutura vegetal da planta de soja melhores que os demais tratamentos, inclusive o do milho no segundo ano de plantio. No presente trabalho foi verificado que temos forrageiras mais rentáveis que o milho em plintossolo pétrico concrecionários.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, A.S. **Manejo integrado de plantas daninhas.** In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Pato Branco. Anais... Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p. 17-26.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. **Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n.1, p. 47-54, 2000.
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.1, p.25-36, 2001.
- Blainski, É.; Tormena, C. A.; Fidalski, J.; Guimaraes, R.M.L. **Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração.** R. Bras. Ci. Solo. 2008; 32: 975-983, 2008.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Aspectos gerais da adubação verde.** In: COSTA, M. B. B. da (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 1-56.
- CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. **Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.
- CANTO, M. W. et al Produção e qualidade de sementes do capim-mombaça em função da adubação nitrogenada. *Bragantia*, v. 71, n. 3, p. 430-437, 2012.
- CASÃO JUNIOR, R.; ARAUJO, A.G.; MERTEN, G.H.; HENKLAIN, J.C.; MONICE FILHO, R.G. **Preparo do solo e elementos de planejamento da mecanização agrícola.** Londrina: Fundação IAPAR, 1990. 116p.
- CHIODEROLI, C. A; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FRULANI, C. E.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. **Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012.
- CORRÊA, J. C.; SHARMA, R. D. **Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no cerrado com rotação de culturas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 41-43, jan. 2004.
- CORRÊA, L. A.; SANTOS, P. M. **Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiria e Cynodon.** Documentos, n. 34, outubro 2003, EMBRAPA Pecuária Sudeste, São Paulo. 36p.

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.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. **Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo - RS, Editora: Aldeia Norte, ed. 100, 2007.

EINHELLIG, F. A. et al. **Effects of root exudate sorgoleone on photosynthesis**. J. Chem. Ecol., v. 19, n. 2, p. 369-375, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja: Recomendações técnicas para o Mato Grosso do Sul e Matogrosso**. Dourados: EMBRAPA / CPAD / Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, 1996. 157 p. (Circular Técnica 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. 230p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2011.

EINHELLIG, F. A. et al. **Effects of root exudate sorgoleone on photosynthesis**. J. Chem. Ecol., v. 19, n. 2, p. 369-375, 1993.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; TORRES, E. **Evolution of crop yields in different tillage and growing systems over two decades in Southern Brazil**. Field Crops Research, Amsterdam, v. 137, n. 1, p. 178-185, 2012.

GONZALEZ, V. M. et al. **Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by the natural product sorgoleone**. J. Agric. Food Chem., v. 45, p. 1415-1421, 1997.

FARNEZI, M. M. de MELO.; CARVALHO, K. M.; ROCHA, W. W.; SILVA, E. de BARROS.; ALVES, I. S.; FORMIGA, J. C. L. **Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de uso.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais... Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p 1-4.

FERREIRA, D. F. **Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados.** Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FLOSS, E. **Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta.** *Revista Plantio Direto, Passo Fundo*, 57 (1): 25-29. 2000.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental,** Piracicaba: USP, 2000. 477 p.

JANK, L. **Melhoramento e seleção de variedade de Panicum maximum.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, TEMA: O CAPIM COLONIAÇÃO , 12., 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 21-58.

LEPSCH, I.F.; Espindola, C. R.; Filho, O. J. V.; Hernani, L. C.; Siqueira, D.S.. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** SBCS. Viçosa, MG. 2015. 170p.

MARCHÃO, R.L. **Integração lavoura-pecuária num Latossolo do Cerrado: Impacto na física, matéria orgânica e macrofauna.** Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 2007. 153p. (Tese de Doutorado).

MARTINS, C. A. S.; RIGO, M. M.; NOGUEIRA, N. O.; ROCHA JUNIOR, P. R.; ARAUJO, G. L.; CAMARA, G. R.; PASSOS, R. R.; REIS, E. F. **Análise de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes coberturas vegetais.** In: XIV Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação - Universidade do Vale do Paraíba, 2010, São José dos Campos. Anais de Trabalhos Completos. São José dos Campos: UNIVAP, 2010. p. 1-4.

MENDONÇA, V. Z. et al. **Corn production for silage intercropped with forage in the farming-cattle breeding integration.** *Engenharia Agrícola*, v. 34, n. 4, p. 738-745, 2014.

MIRANDA, E. E.; BOGNOLA, I. A. **Zoneamento Agroecológico do estado do Tocantins,** 1999.

MÜLLER, M. S. et al. **Produtividade do Panicum maximum cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado.** *Scientia Agrícola*, v. 9, n. 3, p. 427-433, 2002.

NIMBAL, C. I. et al. **Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm.** *J. Agric. Food Chem.*, v. 44, n. 5, p. 1343-1347, 1996.

REYNOSO, R. R. et al. **Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.), cosechado a diferentes intervalos de corte.** Técnica Pecuaria en México, v. 47, n. 2, p. 203-213, 2009.

SALGADO, A.L.B., Azzini, A., Feitosa, C.T.; Petinelli, A.; Veiga, A.A. (1982) **Efeito da adubação NPK na cultura da crotalária.** Bragantia, 41:21-33. Calegari, A., Mondardo,

SALGADO, A.L.B. Crotalária juncea. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.113. (Boletim Técnico, 100).

STONE, L.F. & GUIMARÃES, C.M. **Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo.** Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. **Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-'Pêra'.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, Apr. 2002

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. **Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto.** Bragantia, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TORMENA, C. A.; ROLLOF, G. **Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 333-339, 1996.

WUTKE, E.B. **Adubação Verde, manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo.** In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H.A.A. Curso de adubação verde no Instituto Agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p.17-29. (Documentos, 15).

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto> : Acesso em 19/12/2021 às 17:28

<https://library.org/article/plantas-antagonistas-m%C3%A9todos-controle-meloidogyne-spp.zx5ed44q> : Acesso em 19/12/2021 às 17:50

<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/911775/teores-de-nutrientes-no-milheto-como-cobertura-de-solo.pdf> : Acesso em 19/12/2021 às 17:58

<https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00054960.pdf> : Acesso em 20/12/2021 às 10:12

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046511/1/CT116.pdf> :
Acesso em 20/12/2021 às 10:29

<https://norteagropecuario.com.br/noticias/soja-exportacao-tocantins/>: Acesso em 20/12/2021
às 11:12

11. ANEXOS



Figura 1 Área do experimento



Figura 2 Plantio de forragens 2019



Figura 3 Amostragem para análise



Figura 4 Plantio da Soja 2019/2020



Figura 5 Forrageiras 2021



Figura 6 Crotalaria 2021



Figura 7 Amostragem para análise



Figura 8 Soja em R2 2021/2022



Figura 9 Palhada de Braquiária



Figura 10 Amostragem de R2 em soja 2021/2022



Figura 11 Palhada de Crotalaria



Figura 12 Germinação de Crotalaria em Plintossolos