



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

GEOVANE MACEDO SOARES

**PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE FORRAGEIRAS
TROPICAIS EM CONSÓRCIO COM A CULTURA DA SOJA
NO CERRADO TOCANTINENSE**

**Gurupi/TO
2021**

GEOVANE MACEDO SOARES

**PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE FORRAGEIRAS
TROPICAIS EM CONSÓRCIO COM A CULTURA DA SOJA
NO CERRADO TOCANTINENSE**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT –
Universidade Federal do Tocantins – Campus
Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para
obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma
final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis

Gurupi/TO
2021

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

S676p Soares, Geovane Macedo.
Produção de massa seca de forrageiras tropicais em consórcio com a cultura da soja no cerrado tocantinense. / Geovane Macedo Soares. – Gurupi, TO, 2021.
24 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2021.
Orientador: Rodrigo Ribeiro Fidelis
1. Sistemas de cultivo. 2. Palhada. 3. Soja. 4. Rotação de culturas. I. Título

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei n° 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

GEOVANE MACEDO SOARES

PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE FORRAGEIRAS TROPICAIS EM CONSÓRCIO COM A CULTURA DA SOJA NO CERRADO TOCANTINENSE

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 14 / 12 / 2021

Banca Examinadora



Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis, UFT



Dra. Wanessa Rocha de Souza, UFT



Dra. Kleycianne Ribeiro Marques, Monsoy

Gurupi/To, 2021

Este trabalho, primeiramente aos meus pais, Jeovah de Carvalho Soares e Maria das Graças Macedo Soares, que sempre estiveram me apoiando e especialmente à minha esposa Daniella Ferreira Batista que esteve sempre ao meu lado nas dificuldades e agora na alegria, apoiando e dando amor, e a todos meus amigos que me acolheram e incentivaram durante a graduação. Essa e as demais conquistas são dedicadas a vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, por ter proporcionado essa conquista e tantas outras.

À minha esposa por passar por todos os momentos comigo, me apoiando e me incentivando à continuar no caminho certo.

Aos meus pais, Jeovah de Carvalho Soares e Maria das Graças Macedo Soares e toda minha família por me acompanharem e apoiarem durante todo o trajeto.

Ao orientador e amigo professor Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis, por seus conselhos e ensinamentos.

À Universidade Federal do Tocantins – *Campus* de Gurupi, pelas oportunidades e experiências proporcionadas.

Aos examinadores da banca, Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis, Dra. Kleyciane Marquese Dra. Wanessa Rocha de Souza.

Aos meus amigos Elias Cunha de Faria, Eduardo Tranqueira da Silva, André Buarque Montelo e José Neto de Sousa Araújo (in memoriam), a todos os integrantes da República CBT, além de todos os amigos da turma 2017/1 do curso de Agronomia.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa de melhoramento voltado para a cultura da soja orientados pelo professor Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa de sistemas de cultivos integrados da EMBRAPA.

A todos que me apoiaram e incentivaram durante a caminhada.

RESUMO

A utilização de forrageiras como cobertura de solo tem o papel de condicionar o solo e melhorar suas características físicas e químicas, para um melhor desenvolvimento da cultura de sucessão. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das forrageiras e sua produção de matéria seca para formação de palhada, bem como sua influência na produtividade de grãos da cultura da soja. O experimento foi conduzido na safra agrícola 2018/19 na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi, localizado no município de Gurupi-TO. Foi comparada a produção de matéria seca de seis cultivares forrageiras e seus efeitos na PG (produtividade de grãos da soja). As avaliações das forrageiras ocorreram com sucessivos cortes, após a rebrota, e a produtividade de grãos da soja foi aferida após a maturação da cultura. A maior MSFA foi de 13989 kg ha⁻¹ com a cv. Mombaça. Na PG foram obtidas maiores médias para a soja consorciada com Mombaça e Piatã, produzindo 4071 kg ha⁻¹ e 3997 kg ha⁻¹, respectivamente. O baixo valor do coeficiente de correlação ($r=0,306$) indica que não houve resultado significativo em produtividade entre as forrageiras. As forrageiras Mombaça, Quênia e Tamani apresentaram maior taxa acumulada de crescimento e maior massa seca total. Apenas a soja consorciada com o capim Zuri obteve médias inferiores às demais quanto à produtividade de grãos.

Palavras-chave: Sistemas de Cultivo, Forrageiras, Soja, Solo, Produtividade.

ABSTRACT

The use of forages as soil cover has the role of conditioning the soil and improving its physical and chemical characteristics, for a better development of the succession crop. The objective of this work was to evaluate forage growth and dry matter production for straw formation, as well as its influence on soybean crop grain yield. The experiment was conducted in the 2018/19 agricultural harvest at the Experimental Farm of the Federal University of Tocantins, Campus Gurupi, located in the municipality of Gurupi-TO. The dry matter production of six forage cultivars and their effects on PG (soybean grain yield) was compared. Forage evaluations occurred with successive cuts after regrowth, and soybean grain yield was measured after crop maturation. The highest MSFA was 13989 kg ha⁻¹ with cv. Mombasa. In PG the highest means were obtained for soybean intercropped with Mombaça and Piatã, producing 4071 kg ha⁻¹ and 3997 kg ha⁻¹, respectively. The low value of the correlation coefficient ($r=0.306$) indicates that there was no significant result in productivity among forages. The forages Mombaça, Kenya and Tamani presented the highest accumulated growth rate and the highest total dry mass. Only soybean intercropped with Zuri grass had lower averages in terms of grain yield.

Keywords: Cultivation Systems, Forage, Soybeans, Soil, Productivity.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Atributos químicos e textuais na camada 0-20 cm para o local do experimento. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2018..... | 12 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Dados pluviométricos (mm) e as temperaturas médias (°C) diárias, no ano agrícola 2018/2019. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO.....12
- Figura 2. Massa seca da forrageira acumulada (MSFA) após sucessivos cortes em diversas épocas de avaliação em sistemas de consórcio com a soja. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2018.....15
- Figura 3. Massa seca total da forrageira (MSTF) em sistemas de consórcio com a soja. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2018.....16
- Figura 4. Produtividade de grãos (PG) da soja em sistemas de consórcio com diferentes forrageiras. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, safra 2018/2019.....17
- Figura 5. Correção de Pearson da produtividade de grãos (PG) da soja em função da massa seca total da forrageira (MSTF).....19

SUMÁRIO

| | | |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 15 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 20 |
| | REFERÊNCIAS..... | 21 |

1 INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto (SPD) tem como principal premissa, o não revolvimento do perfil do solo, sendo permitido apenas, o sulcamento na linha de semeadura, para deposição de fertilizantes e sementes, assim como o corte da palha oriunda da rotação de culturas. Fator importante da técnica do SPD é proporcionar e manter uma cobertura ao solo nas lavouras anuais de forma contínua, através dos restos vegetais de culturas advindos do sistema de rotação de culturas, deixando a palhada na parte superior ao solo (ADAMS, 2016).

Os resíduos vegetais depositados em superfície pela cultura secundária podem beneficiar a cultura sucessora com melhorias nas características físicas do solo, reduzindo a compactação e melhorando a agregação de partículas; nas propriedades químicas, com o aumento da matéria orgânica, retenção de cátions e mineralização dos resíduos; e atributos biológicos, revitalizando a microfauna benéfica ao solo (COSTA et al., 2015).

O principal gargalo da rotação de culturas é a escolha das espécies e cultivares disponíveis no mercado para a atividade, associando-as a adaptabilidade regional, com o objetivo de produção de matéria seca para cultivo isoladas ou em consórcio (EMBRAPA, 2015; CALEGARI, 2016).

O consórcio de forrageiras perenes com culturas anuais tem se mostrado viável, isso porque as forrageiras têm menor taxa de crescimento inicial comparada as culturas anuais, apresentando baixo risco no desempenho à produção de grãos (COBUCCI & PORTELA, 2003). A exemplo, está o consórcio do milho com braquiária em semeadura simultânea ou após a semeadura da cultura destinada a grãos (SILVA et al., 2015b). A principal vantagem desse sistema, além da produção de grãos da cultura do milho, é a formação de palhada para o SPD e/ou recuperação/reforma de pastagens degradadas (CARVALHO et al., 2005).

Todavia, o consórcio entre a soja e espécies forrageiras é dificultado devido ao menor porte e potencial competitivo da cultura de grãos em comparação à forrageira, o que inviabiliza a semeadura na mesma época, devido ao mecanismo C4 de assimilação de oxigênio das gramíneas, que permite rápido crescimento vegetativo (VILELA et al., 2011). Para viabilizar tal consórcio, pode-se lançar mão da técnica de sobressemeadura de forrageiras sobre a cultura da soja, conhecida como sistema São Francisco, que se caracteriza com a semeadura de forrageiras, geralmente da espécie *Megathyrsus maximus*, no estágio final da cultura da soja (estádio fenológico R6-R7) (DIAS et al., 2020).

Dentre os gêneros mais utilizadas para os sistemas de consórcio, se destaca a *Urochloa*, em razão da não competição com a cultura principal devido ao crescimento lento (PACHECO

et al., 2011), e o *Megathyrsus*, no qual apresentam bons resultados no controle de plantas daninhas (MACHADO et al., 2017). Essas gramíneas possuem grande potencial de manutenção dos resíduos sobre a superfície do solo devido a alta relação C/N e lignina/N total, reduzindo a velocidade de decomposição e aumentando a possibilidade de utilização em regiões de temperaturas elevadas (COSTA, 2014), como as encontradas no Cerrado tocantinense (ANDRADE et al., 2017).

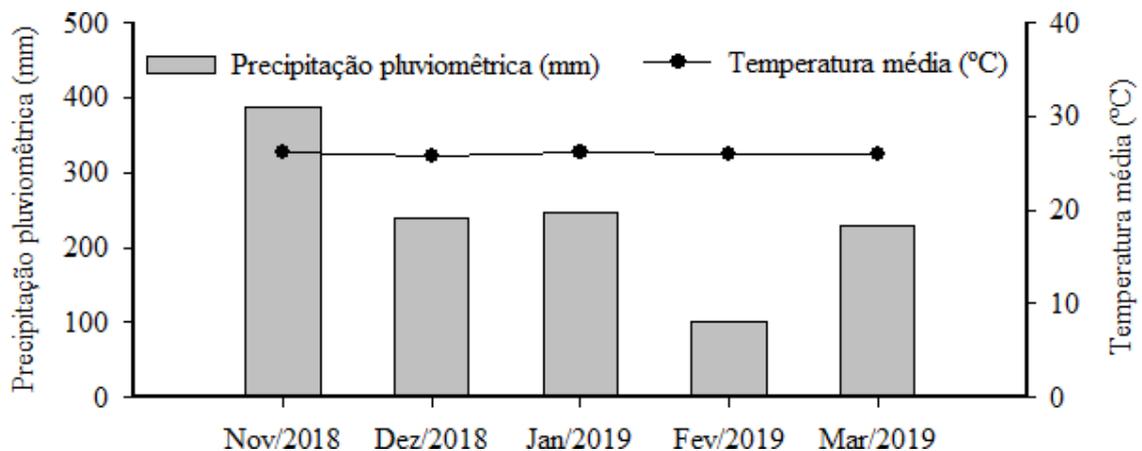
Estudos recentes realizados no Cerrado tocantinense apontam bons resultados de produtividade da soja cultivada em consórcio com o capim *Panicum maximum* cv. Mombaça podendo aumentar em até 50% quando comparado ao cultivo solteiro, com boa produção de massa seca pela forrageira, além de não haver redução de produtividade em consórcio com outras forrageiras (ANDRADE et al., 2017; FERREIRA JUNIOR et al., 2018). Além disso, em destaque ao *Panicum maximum*, a cultivar BRS Quênia, lançada em 2017 pela EMBRAPA, surge como opção para o consórcio por apresentar porte baixo, alta relação folha colmo, possuir colmos mais tenros, bom valor nutritivo, maior digestibilidade da matéria orgânica e maiores teores de proteína bruta (EMBRAPA, 2017a).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produção de massa seca das forrageiras e a produtividade de grãos de soja consorciada com diferentes espécies forrageiras sobressemeadas, em sistema de plantio direto no Cerrado tocantinense.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, localizada no município de Gurupi-TO, latitude 11°43'45" Sul, longitude 49°04'07" Oeste e altitude de 278 m. A região tem como clima predominante o tipo Aw, caracterizado por clima tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão, e temperatura média anual de 26,1°C (KÖPPEN, 1948). A pesquisa foi desenvolvida na safra 2018/2019 com os dados de precipitação pluvial e temperaturas média ambientais durante a condução do experimento, registrados na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi apresentados na figura 1.

Figura 1. Dados pluviométricos (mm) e as temperaturas médias (°C) diárias, no ano agrícola 2018/2019. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO.



Fonte: Adaptado de INMET (2021).

Antes da semeadura da soja (safra 2018/2019) foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para a análise química (EMBRAPA, 2017b) que pode ser verificada na tabela 1. O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo distrófico detextura média (SANTOS et al., 2018).

Tabela 1. Atributos químicos e textuais na camada 0-20 cm para o local do experimento. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2018.

| pH ¹ | M.O. | P ² | K ² | K ² | Ca ³ | Mg ³ | Al ³ | H+Al ³ | SB | CTC | V |
|---------------------------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|------|----|
| dag.kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | | -----cmolc.dm ⁻³ ----- | | | | | | | | % |
| 5,2 | 15,4 | 1,9 | 30 | 0,08 | 1,2 | 0,7 | 0,0 | 2,50 | 1,98 | 4,48 | 44 |
| Argila (g kg ⁻¹) | | | Silte (g kg ⁻¹) | | | | | | Areia (g kg ⁻¹) | | |
| 210 | | | 100 | | | | | | 690 | | |

(1): CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹; (2): Extrator Mehlich; (3) KCL 1mol

Fonte: Autor, 2021.

A partir dos resultados da análise de solo (Tabela 1), foram aplicados 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples na linha e 100 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio em cobertura, observando essa necessidade para a cultura da soja (SOUSA & LOBATO, 2004).

Vale ressaltar que o experimento é de longa duração, e foi implantado no ano de 2012, ocasião na qual foi utilizado 2500 e 1000 kg ha⁻¹ de calcário e gesso, respectivamente. O calcário utilizado foi o dolomítico filler com PRNT=100%, com finalidade de elevar a saturação por bases a 60% segundo as recomendações (SOUSA & LOBATO, 2004). O preparo do solo foi feito com grade de 32 polegadas para incorporação do gesso na camada 0-40 cm. Os demais fertilizantes e corretivos foram aplicados em área total, foi usado grade de 28 polegadas para aprofundidade de 0-20 cm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com 6 espécies forrageiras consorciadas com soja (*Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis* cv. Ipyporã; *Urochloa brizantha* cv. Piatã; *Megathyrus maximus* cv. Mombaça; *Panicum maximum* cv. Zuri; *Panicum maximum* cv. Quênia; *Panicum maximum* cv. Tamani) em quatro repetições.

A unidade experimental foi constituída por 10 linhas da soja com 21 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m. Para as avaliações foram consideradas as 3 linhas centrais de cada unidade experimental, desprezando-se 1m na extremidade de cada linha de plantas, perfazendo área total de 94,5 m². Utilizou-se a cultivar Bônus, 8579 RSF IPRO, inoculada com *Bradyrhizobium japonicum*, Semia 5079 e Semia 5080, na dose de 300 g para cada 50 kg de sementes, no momento da semeadura. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto na safra no dia 20 de novembro de 2018, com espaçamento de 0,45 m e densidade populacional de 17 plantas por metro linear. Cerca de 15 dias antes, foi realizada a dessecação das espécies forrageiras com a utilização do herbicida glyphosate, na dose de 1,8 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo (i. a.), utilizando volume de aplicação de 200 L ha⁻¹. Para os tratos culturais, foram utilizados fipronil + piraclostrobina + metil tiofano na dose de 100 g do ingrediente ativo (i.a.) para cada 100 kg de sementes; fluxaproxade + piraclostrobina na dose de 350 ml ha⁻¹ de produto comercial (p.c.) aplicados aos 20 DAE e duas doses de proclonazol + trifloxistrobina na dose de 400 ml ha⁻¹ de produto comercial (p.c.) em R1 e R7, respectivamente, como fungicida. A aplicação de inseticida utilizando tiametoxan + lambda-cialotrina na dose de 250 ml ha⁻¹ de produto comercial (p.c.), se deu quando necessário o controle de insetos.

Antes da colheita da soja da safra 2017/2018 foi realizada a sobressemeadura das espécies forrageiras, feita manualmente, à lanço, quando a soja atingiu o estágio reprodutivo

R6 (grãos cheios). As densidades adotadas para as forrageiras foram as preconizadas por Machado e Assis (2010). Desta forma, as quantidades de sementes para as espécies *U. brizanthae* e *M. maximus* foram calculadas seguindo a recomendação para a semeadura, utilizando 10 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis para cada espécie. Para determinação das quantidades de sementes aplicadas, foi levado em consideração o valor cultural (VC) de cada espécie (PACHECO et al., 2008).

Após o estabelecimento das forrageiras foi realizada a quantificação da biomassa das espécies (kg ha⁻¹) em sucessivos cortes feitos no ano de 2018 nas datas: 06/04, 20/04, 04/05, 17/05, 30/05 e 08/06. Os cortes foram realizados rente ao solo utilizando um gabarito de 1m² e uma tesoura de jardinagem, contabilizando a massa fresca total por hectare e posteriormente sendo uma subamostra colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 60°C até massa constante, determinando-se a produção de massa seca da forrageira (MSF) em cada época, obtendo-se a massa seca da forrageira acumulada (MSFA) e massa seca total da forrageira (MSTF) (kg ha⁻¹). Na data de 17/05 foi realizado um corte em área total simulando o pastejo, deixando as forrageiras em suas respectivas alturas de resíduos que são: 30 cm para as cultivares Mombaça, Zuri e Quênia; 20 cm para Tamani e 15 cm para Piatã e Ipyporã. Após este corte foi realizado o corte do material residual rente ao solo.

A colheita da soja foi realizada nas três linhas centrais da parcela com colhedeira de parcela da Wintersteiger Classic 2014. Após obtido o peso colhido, esse foi corrigido para o teor de água de 13% determinando a produtividade de grãos (PG) da soja (kg ha⁻¹).

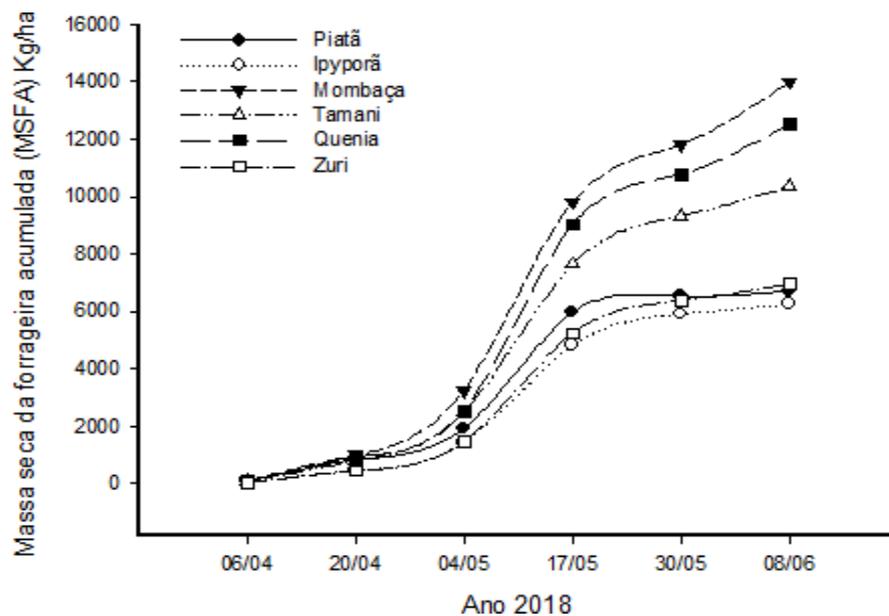
Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste

F. Para as comparações entre as médias, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2008) e a confecção dos gráficos e a correção de Pearson no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca da forrageira acumulada (MSFA) demonstrou que algumas cultivares acumularam considerável quantidade de massa ao longo do crescimento após a sobressemadura, em destaque para os capins Mombaça, Quênia e Tamani. O acúmulo mais expressivo ocorreu entre o corte de 04/05 a 17/05 no qual o Mombaça, Quênia e Tamani tiveram aumento percentual de 204,53, 258,84 e 204,72%, obtendo 9794, 9007 e 7642 kg/ha, respectivamente (Figura 2).

Figura 2. Massa seca da forrageira acumulada (MSFA) após sucessivos cortes em diversas épocas de avaliação em sistemas de consórcio com a soja. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2018.



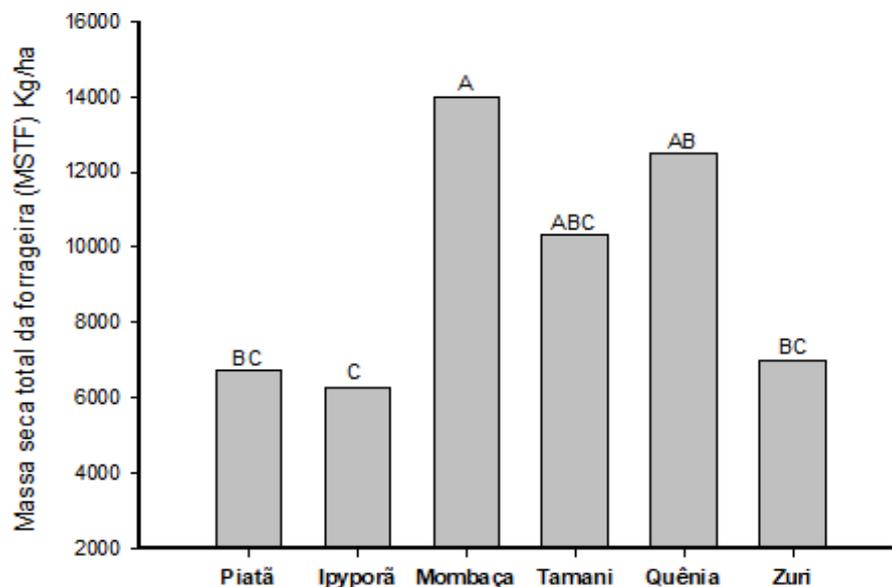
Fonte: Autor, 2021.

Nos cortes posteriores também houve considerável acúmulo de massa seca, porém com incremento inferior ao anterior. Entre o corte da data de 17/05 a 30/05 houve incremento de 20,3, 19,5 e 21,9% produzindo 11786, 10769 e 9317 kg de massa seca por hectare; e entre o corte de 30/05 a 08/06 houve acúmulo de 18,6, 16,2 e 11%, com acúmulo de 13989, 12508 e 10345 kg/ha de massa seca, para as forrageiras Mombaça, Quênia e Tamani, respectivamente. As demais forrageiras não obtiveram acúmulo considerável como visto para as citadas acima, chegando a acumulação final máxima de até 6700 kg de massa seca por hectare, assim como, apresentaram estagnação de crescimento e acúmulo de matéria seca após o corte de 17/05 (Figura 2).

No bioma cerrado fator primordial para produção de massa das forrageiras, em especial da espécie *M. maximus* (cv. Mombaça), é o aumento da temperatura mínima do ar e a disponibilidade de água no solo, com obtenção de maiores produtividades durante a primavera (MÜLLE et al., 2002). A quantidade de matéria seca depositada pelas forrageiras é importante para a implantação da cultura posterior que, em grandes quantidades, e por ocasião da semeadura, pode ocasionar o embuchamento da plantadeira, tanto pela quantidade real de resíduos depositados na superfície do solo, quanto pela não aderência necessária do implemento ao solo (ARATANI et al., 2006). No entanto, no presente estudo não foram verificados problemas dessa natureza em questão, que pode ser sanado com a manutenção anual do implemento, principalmente do disco de corte.

Para a característica massa seca total da forrageira (MSTF) (Figura 3) foi observado que a cultivar Mombaça obteve a maior produção com 13990 kg/ha de massa seca, sem, portanto, diferir das cultivares Quênia e Tamani produzindo 12508 e 10345 kg de massa seca por ha, respectivamente. Nota-se que as forrageiras da espécie *M. maximus* obtiveram as maiores médias comprovadas pelo teste de Tukey, sendo apenas a cultivar Zuri, que também pertence à espécie, apresentando médias inferiores (6961 kg/ha) à do Mombaça.

Figura 3. Massa seca total da forrageira (MSTF) em sistemas de consórcio com a soja. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2018. Médias seguidas por mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor, 2021.

Estudos semelhantes com consórcio de soja e forrageiras, também utilizando capim Mombaça, foram realizados no mesmo local e solo, a fim de elucidar a respeito da melhor forrageira para o sistema. A exemplo, o trabalho de Ferreira Junior et al. (2018), que observaram

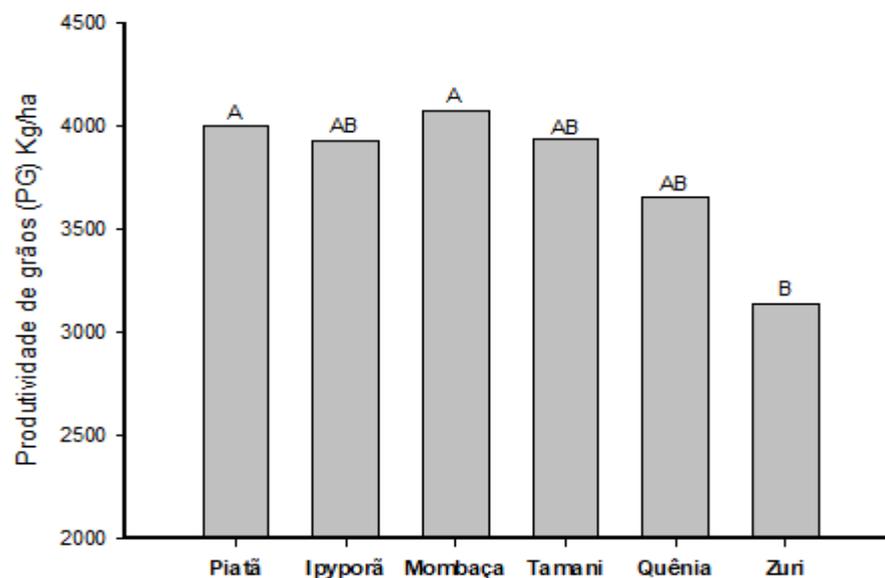
que a forrageira Mombaça obteve alta produtividade de matéria seca (15987,7 kg/ha) diferindo das demais (*Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Urochloa ruziziensis*, *Panicum infestans* cv. Massai e *Pennisetum americanum*, Milheto).

A introdução de forrageiras perenes favorece melhorias no ambiente de produção das culturas anuais, principalmente as de grãos, em virtude do maior aporte de carbono orgânico ao solo, da reciclagem de nutrientes com a decomposição da palhada, e os resíduos vegetais depositados sobre o solo para o SPD (GONTIJO NETO et al., 2018). Os resultados de Salton et al. (2013), quanto a melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, refletem as benefícios proporcionado por esses sistemas, a exemplo do São Mateus. As melhorias aqui citadas, proporcionam, de maneira direta, resultados positivos às culturas, e de maneira indireta, melhor desempenho animal, se tratando da introdução do componente pecuário no sistema (GONTIJO NETO et al., 2018).

Apesar dos inúmeros benefícios da palhada, nas condições de Cerrado, há um período chuvoso sazonal com instabilidade, o que dificulta a produção de palhada nesses sistemas de produção. Isso torna a produção e manutenção da palhada para o SPD um problema complexo dificultando ainda mais o processo (MATA et al., 2011).

Na produtividade de grãos (PG) da soja (Figura 4), por sua vez, foi obtido maiores médias para a soja consorciada com as cultivares Mombaça (4071 kg/ha) e Piatã (3997 kg/ha), apresentando igualdade estatística os concórcios com Ipyporã (3931 kg/ha), Tamani (3933 kg/ha) e Quênia (3655 kg/ha).

Figura 4. Produtividade de grãos (PG) da soja em sistemas de consórcio com diferentes forrageiras. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, safra 2018/2019. Médias seguidas por mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



Nesta avaliação apenas a soja consorciada com o capim Zuri obteve médias inferiores (3136 kg/ha) ao Mombaça e Tamani. As médias de todos os tratamentos do presente trabalho, exceto do consórcio com o Zuri, foram superiores à média estadual (3397 kg/ha) (CONAB, 2021), o que comprova que os consórcios são alternativas de manejo pensando no aumento de produtividade.

Resultado semelhante ao presente trabalho foi obtido por Andrade et al. (2017), no qual observaram que o consórcio de soja com a cultivar Mombaça possibilitou maior incremento na produtividade (4238 kg/ha), diferindo do consórcio com milho e soja solteira. Explica ainda os autores, que, provavelmente, a decomposição dos resíduos vegetais oriundos da forrageira podem estar disponibilizando nutrientes essenciais à soja em momento oportuno, o que favoreceu o resultado da produtividade. Possivelmente este efeito residual pode estar ocorrendo no presente estudo, beneficiando a cultura da soja.

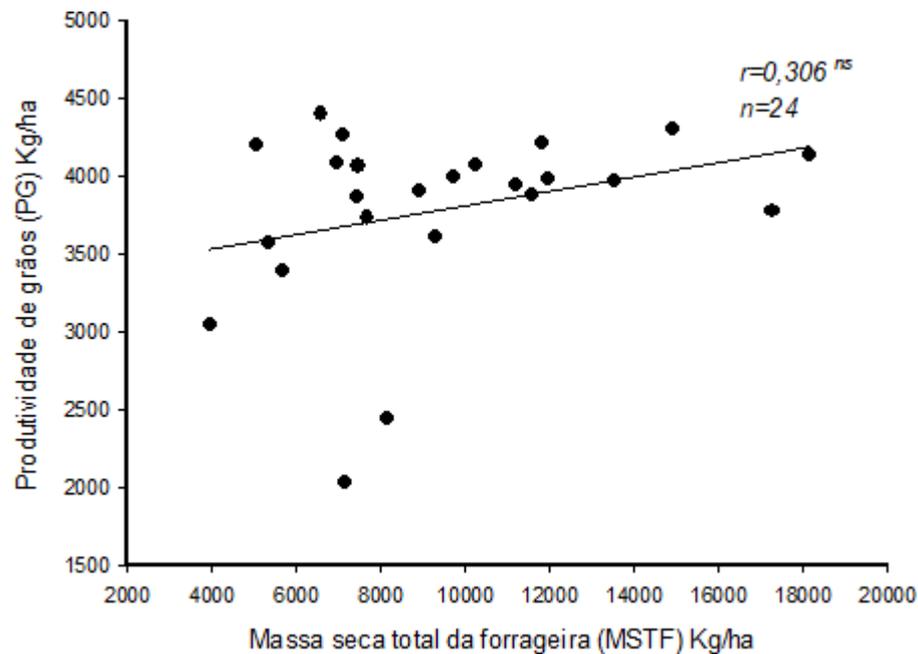
No entanto, diferindo do presente estudo, Ferreira Junior et al. (2018), Mendonça et al. (2014), Santos et al. (2013) e Silva et al. (2015a), não notaram diferença significativa na produtividade de grãos nos consórcios estudados. O número de safras consecutivas em experimentos desta natureza irá influenciar o sistema de produção, logo, experimentos de longa duração resultaram em produtividades mais elevadas para o consórcio estudado (MACHADO & ASSIS, 2010). Por se tratar de um experimento de longa duração (início em 2012), melhorias no ambiente solo e a consolidação do sistema de produção pode ter ocorrido resultando em produtividades elevadas e semelhantes para a maioria dos consórcios estudados.

A melhoria física, química e biológica do solo estão entre os principais fatores de contribuição para o aumento da produtividade em áreas de SPD (FIDELIS et al., 2003), que quando bem manejado possibilita consideráveis melhorias no perfil do solo (SPERA et al., 2011). Isso ocorre pois, em áreas de plantio direto com adoção de plantas forrageiras com sistema radicular eficiente, há significativa contribuição das raízes da forrageira na produtividade de grãos (BALBINOT JUNIOR et al., 2017). Nesses sistemas ocorre o crescimento, morte e decomposição constante do sistema radicular das forrageiras ao longo dos ciclos de produção propiciando acúmulo de C em profundidade e resultando em melhorias da qualidade do solo (SALTON & TOMAZI, 2014).

Na análise de correlação (r) entre a PG e MSTF (Figura 5) foi observado que não houve efeito significativo com baixo valor do coeficiente de correlação ($r=0,306$). Apesar de haver diferença significativa e numérica da produção de massa seca entre as forrageiras (Figura 3), a

produtividade da soja obteve valores elevados em todos os consórcios com as forrageiras, sendo apenas o consórcio com a cultivar Zuri apresentando médias inferiores (Figura 4).

Figura 5. Correção de Pearson da produtividade de grãos (PG) da soja em função da massa seca total da forrageira (MSTF). Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, safra 2018/2019. r =coeficiente de correlação de Pearson; ns=não significativo; n =número de amostras observadas.



Fonte: Autor, 2021.

Alguns fatores externos ao meio experimental devem ter favorecido o alto PG observado nos consórcios. Possivelmente, o regime hídrico, que teve altos índices pluviométricos e chuvas bem distribuídas (Figura 1), pode ter favorecido a cultura da soja, mascarando assim o efeito da cobertura vegetal das forrageiras sobre o solo. A soja necessita entre 450 a 850 mm de chuva acumulado durante o ciclo produtivo, a depender de outras variáveis ambientais existentes (FRANKE, 2000). Observa-se que durante o período experimental de cultivo da soja esse índice foi superior ao citado (somatório de 1203 mm acumulados), logo, a cultura não passou por processos de estresse hídrico. Provavelmente, em épocas de escassez hídrica melhores correlações poderiam ser observadas entre as variáveis estudadas.

4 CONCLUSÕES

As forrageiras Mombaça, Quênia e Tamani apresentaram maior taxa acumulada de crescimento e maior massa seca total.

Apenas a soja consorciada com o capim Zuri obteve médias inferiores às demais quanto a produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, G. A. **Influência de diferentes tipos de plantas sobre a estrutura do solo em plantio direto**. UFFS. Cerro Largo, RS, 2016.

ANDRADE, C.A.O.; BORGHI, E.; BORTOLON, L.; BORTOLON, E.S.O.; CAMARGO, F.P., AVANZI, J.C.; SIMON, J.; SILVA, R.R.; & FIDELIS, RR. Produção de palha e desempenho agrônomico da soja consorciada com espécies forrageiras em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.10, p.861-868, 2017.

ARATANI, R. G.; Maria, I. C. D.; Castro, O. M. D.; Peche Filho, A.; Duarte, A. P.; & Kanthack, R. A. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v. 10, n. 2, p. 517-522, 2006.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; SANTOS, J. C. F. dos; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of Brachiaria species to soybean performance in succession. **Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema plantio direto com qualidade**, Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, p.559- 73, 2016.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; & SILVA, R. R. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.6, n.8, p.1-19, 2005.

COBUCCI, T.; PORTELA, C.M. de O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.443-458, 2003.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **TOCANTINS – Produção de grãos na safra 2020/21 chega a 5,5 milhões de toneladas**. 2021. disponível em:< <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4248-tocantins-producao-de-graos-na-safra-2020-21-chega-a-5-5-milhoes-de-toneladas#:~:text=e%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20Institucional%20,TOCANTINS%20%E2%80%93%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os%20na%20safra%202020%2F21%20chega%20a,5%2C5%20mil%C3%B5es%20de%20toneladas>>. Acesso em: 28 nov. 2021.

COSTA, N. R. **Desempenho técnico e econômico da produção de milho e sorgo para silagem e soja em sucessão em sistema irrigado de integração lavoura-pecuária nocerrado**. 2014. 227p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; & LONGHINI, V. Z. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p.852-863, 2015.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U.; FURTINI NETO, A. E.; ALMEIDA, D. P.; BRAND, S. C.; LOURIVAL, V. *Brachiaria* and *Panicum maximum* in an integrated crop-livestock system and a second-crop corn system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, p.1-12, 2020.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.). **Rotação de Culturas**. 2015. Disponível em:<<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

EMBRAPA. Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21247223/nova-cultivar-de-capim-alia-alta-produtividade-facil-manejo-eforrageamento-de-qualidade>, 2017a. Acesso em: 13 de nov. de 2021.

EMBRAPA. Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**; 3. edição revista ampliada. Dados eletrônicos; Brasília. EMBRAPA Solos, 2017b.

FERREIRA JUNIOR, O. J.; BORTOLON, L.; BORGHI, E.; BORTOLON, E. S. O.; CAMARGO, F. P.; SILVA, R. R.; NICOLODI, M.; GIANELLO, C. Agronomic performance of soybean intercropped with cover crops and the effects of lime and gypsum application. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 240, 2018.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FIDELIS, R. R.; ROCHA, R. N. C.; LEITE, U. T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. *Bioscience Journal (UFU)*, v.19, n.1, p.23-31, 2003.

FRANKE, A. E. Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS. *Pesq. Agropec. Bras.* vol.35 n.8, 2000.

GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V.; & ALVARENGA, R. C. Benefícios e desafios da integração lavoura-pecuária na melhoria da qualidade dos solos docerrado. **Embrapa Milho e Sorgo**, 2018.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2021. Disponível em http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTAxOQ==. Acesso em 01/12/2021.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica, México. 479p.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; Concenço, G.; Ceccon, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 7, p. 521-529, 2017.

MATA, J. F.; SILVA, R. R.; CHAGAS, J. F. R.; FREITAS, G. A.; FARIAS, V. L. S. Produção, decomposição e meia-vida da palhada de consórcio de gramíneas sob diferentes níveis de adubação para sistema de plantio direto no cerrado. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.96–115, 2011.

MENDONÇA, V. Z., DE MELLO, L. M. M., PEREIRA, F. C. B. L., CESARIN, A. L., & YANO, É. H. Desempenho agrônômico da soja em sucessão ao consórcio de milho com forrageiras no cerrado. *Agrarian*, Dourados, v. 7, n. 23, p. 26-33, dez. 2014.

MÜLLER, M. D. S., FANCELLI, A. L., DOURADO-NETO, D., GARCÍA Y GARCÍA, A., & OVEJERO, R. F.L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. *Scientia Agrícola*, v.59, n.3, p.427-433, 2002.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.1, p.17-25, 2011.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

SALTON, J. C. & TOMAZI, M. **Sistema Radicular de Plantas e Qualidade do Solo**. Comunicado Técnico 198. Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, Brasil. 6p, 2014.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N.; ARANTES, M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. de. Sistema São Mateus: Sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, Comunicado Técnico, 186, 6p, 2013.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema de Classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Solos, 2018.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; MALDANER, G. L. Rendimento de grãos e em diferentes sistemas de produção integração Lavoura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 49-56, 2013.

SILVA, A.R.; SALES, A.; VELOSO, C.A.C. Desenvolvimento da Soja em Sistemas de Integração Lavoura-pecuária-Floresta. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.11 n.22; p. 896-904, 2015a.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. C.; FERREIRA, L. R.; CECON P. R. Produtividade e teor de nutrientes de milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p. 1394-1400, 2015b.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, cap. 12, p. 308-310.

SPERA, S. T.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; DENARDIN, J. E.; KLEIN, V. A.; SANTOS, H. P. Atributos químicos restritivos de Latossolo Vermelho distrófico e tipos de manejo de solo e rotação de culturas. **Agrarian**, v.4, p.324-333, 2011.

SYSTAT SOFTWARE. SigmaPlot for Windows Version 12.0. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.