

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

**PRODUÇÃO E SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO EM
FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO E DO MANEJO DE PLANTAS
DANINHAS**

FRANCISCO MARTINS DE CASTRO

Manaus-AM
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

**PRODUÇÃO E SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO EM
FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO E DO MANEJO DE PLANTAS
DANINHAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ferreira da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Jacobs Dias

Manaus-AM
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

C355p Castro, Francisco martins de
Produção e silagem de sorgo forrageiro em função do
espaçamento e do manejo de plantas daninhas / Francisco martins
de Castro. 2018
124 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Dr. José Ferreira da Silva
Coorientador: Dr. Fábio Jacobs Dias
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal
do Amazonas.

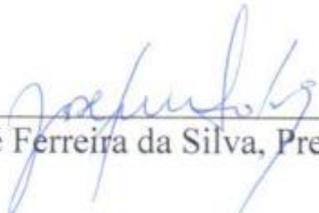
1. Capina. 2. conservação de alimentos. 3. densidade de plantas.
4. competição. I. Silva, Dr. José Ferreira da II. Universidade Federal
do Amazonas III. Título

FRANCISCO MARTINS DE CASTRO

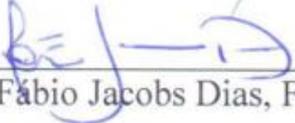
**PRODUÇÃO E SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO EM
FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO E DO MANEJO DE PLANTAS
DANINHAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

BANCA EXAMINADORA



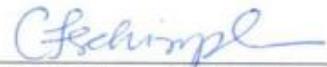
Prof. Titular Dr. José Ferreira da Silva, Presidente, FCA/UFAM



Prof. Dr. Fábio Jacobs Dias, FCA/UFAM



Prof^ª. Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino, FCA/UFAM



Prof^ª. Dra. Flavia Camila Schimpl, FCA/UFAM



Dr. Rogério Perin, Embrapa

DEDICO

A Deus, pelo dom da vida e por estar sempre presente em qualquer que seja o obstáculo a ser vencido.

A minha esposa Ana Paula, que sempre esteve comigo nos momentos de maior aperto.

A minha mãe, Erandi Martins de Castro e ao meu pai José Vale de Castro que sem eles nada na minha vida seria possível, que nunca na vida mediram esforços para educar seus filhos e com muita dificuldade conseguiram mostrar a eles os reais valores da vida.

Para vocês meu eterno e infinito amor e gratidão.

Aos meus irmãos, Evani, Eliene, Eliane e Antônio que sempre me deram forças e incentivo para nunca desistir dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado sempre pelo caminho do bem e por ter me dado o dom da vida

À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Programa de Pós-Graduação Agronomia Tropical por ter possibilitado desenvolver este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. José Ferreira da Silva, pela dedicação, orientação, ensinamentos, estímulo e amizade durante o doutorado.

Ao Prof. Dr. Fábio Jacóbs Dias pela coorientação amizade, ensinamentos e total apoio nos trabalhos de campo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação Agronomia Tropical, em especial a Sônia Maria Figueiredo Albertino, José Zilton Lopes Santos, Carlos Alberto Franco Tucci, Antenor, Maria Teresa, Néilton Marques da Silva, Henrique dos Santos Pereira, Francisco Celio Maia Chaves, Fabio Medeiros Ferreira, Jânia Lilia da Silva Bentes pelos ensinamentos e críticas construtivas que me ajudaram a crescer no doutorado.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas, Ajax, Anselmo, Bruna, Celso, Gessica, Giancarlo, Flávia, Laís, Leandro, Layane, Daniel, Dani Cunha, Dani Roa, Karla, Jefferson, Monique, Marcelo, Mauro, Silvana, Sara, Vilson, Vaneza pelo apoio e conforto oferecido nas horas difíceis.

Ao técnico do Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas Gilsimar, por sempre está disponível a ajudar.

Aos amigos e colegas do Laboratório de forragicultura e pastagens, Adriano, Marialva, Maycon, Ana Rebeca, Paloma, Uriel pelo apoio na implantação do experimento e análises química da silagem.

Ao diretor da fazenda experimental Marcos Antônio, pela amizade, e por sempre disponibilizar funcionários para os trabalhos de campo.

À equipe de funcionários da Fazenda Experimental da UFAM, em especial ao Sr. Paulo, Denis, Justino, Jacó, Cosme, seu Fernando, Adriano, Pipão, Renato, Sebastião, Ribamar, Pavão, Pará, Arielton pelo acolhimento e ajuda na instalação e coleta de amostras durante o experimento.

Aos amigos de curso Rodrigo, Marcelo, Ednaldo, Fabiana, Suelen, Douglas, e aos demais da turma de 2014.1 pelo apoio e demonstração de companheirismo.

Ao senhor Francisco, sempre disponível e dando um jeito para disponibilizar transporte.

Aos motoristas da UFAM em especial ao Charles, seu Henrique, Pará, Leandro, Geovane parceiros de idas e vindas à fazenda.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Deixo aqui expresso meu muito obrigado!

RESUMO

O sorgo forrageiro é uma cultura com elevada capacidade de rendimentos de forragem por hectare, com larga escala para produção de silagem. É cultivado em diversas regiões do Brasil e se adapta facilmente aos diferentes sistemas de cultivo. Dessa forma, objetivou-se com essa pesquisa analisar o crescimento, produção e a composição química da silagem do sorgo forrageiro em função de diferentes métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo os tratamentos da parcela os espaçamentos (40, 50, 60, 70, 80 cm entre linhas) e na subparcela os métodos de controle de plantas daninhas: herbicida; capina manual com enxada; e sem capina. A silagem foi confeccionada em mini silos. Foram estimados a matéria seca da parte aérea (MSPA), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa assimilatória líquida (TAL). Para análises da produtividade foram avaliadas a matéria seca das plantas daninhas, matéria seca do sorgo, matéria seca dos componentes morfológicos (folha, colmo e panícula) e a área foliar do sorgo na ensilagem. O controle das plantas daninhas, aliado aos maiores espaçamentos proporcionou maior acúmulo de MSPA, porém os menores espaçamentos produziram maiores IAF, DAF, TCC. Os melhores índices produtivos foram encontrados quando realizado o controle das plantas daninhas com herbicida aliado ao espaçamento 50 cm entre linhas, proporcionando maior produção de matéria seca do sorgo em $t\ ha^{-1}$ e juntamente com o espaçamento de 40 cm as menores produções de matéria seca das plantas daninhas em $t\ ha^{-1}$. Além das melhores proporções dos componentes morfológicos em comparação ao tratamento com capina que teve maior proporção de colmo, menos folhas e panícula. Na composição química o

controle de plantas daninhas com herbicida aliado aos menores espaçamentos (40, 50, 60 cm) mostrou-se mais eficiente favorecendo a qualidade da silagem, com teores superiores de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e inferiores da fibra em detergente neutro (FDN). A redução dos espaçamentos e o controle químico das plantas daninhas proporcionaram melhores índices de crescimento, maior produtividade e melhor composição química da silagem para o sorgo forrageiro, sendo indispensável o controle das plantas daninhas nas condições ambientais da Amazônia Central.

Palavras-chaves: Capina; conservação de alimentos, densidade de plantas, herbicida, produtividade.

PRODUCTION AND SILAGE OF FORAGE SORGHUM IN THE FUNCTION OF ROW SPACING AND MANAGEMENT WEED PLANTS

ABSTRACT

Forage sorghum is a crop with high forage yield per hectare, with large scale for silage production. It is cultivated in several regions of Brazil and easily adapts to different cropping systems. Thus, the objective of this research was to analyze the growth, production and chemical composition of forage sorghum silage as a function of different weed control and spacing between row. The experimental design was randomized blocks, in subdivided plots with four replications, the treatments of the plot being the spacings (40, 50, 60, 70, 80 cm between rows) and in the subplot the weed control methods: herbicide; manual hoeing with hoe and without weeding. The silage was made in mini silos. The aerial part dry matter (DMAP), leaf area index (LAI), relative growth rate (RGR), crop growth rate (CGR) net assimilation rate (NAR). The dry matter of the weeds, dry matter of the sorghum, dry matter of the morphological components (leaf, stem and panicle) and sorghum leaf area in silage were evaluated for productivity analysis. Weed control, together with the larger spacings, provided greater accumulation of DMAP, but smaller spacings produced higher LAI, DLA, and GRC. The best productive indexes were found when weed control with herbicide allied to the spacing 50 cm between rows, providing higher dry matter yield of the sorghum in $t\ ha^{-1}$ and, together with the spacing of 40 cm, the lowest yields of dry matter of weeds in $t\ ha^{-1}$. Besides the better proportions of the morphological components compared to the treatment with weed that had a higher proportion of stem, less leaves and panicle. In the chemical composition, the weed control with herbicide, together with the smaller spacings (40, 50, 60 cm), were shown to be more efficient favoring silage quality, with higher levels of crude protein (CP), mineral matter (MM) and lower neutral detergent

fiber (NDF). The reduction of the spacings and the chemical control of weeds provided better growth rates, higher productivity and better chemical composition of the silage for the forage sorghum, being indispensable the weed control in the environmental conditions of Central Amazonia.

Keywords: Hoeing, food conservation, plant density, herbicide, productivity

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

- Figura 1.** Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante os períodos experimentais, nos anos agrícolas de 2015 e 2016. Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2017.....35
- Figura 2.** Produção de matéria seca ($t\ ha^{-1}$) do sorgo forrageiro e Produção de matéria seca das plantas daninhas ($t\ ha^{-1}$) presentes no sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.....42
- Figura 3.** Produção de matéria verde ($t\ ha^{-1}$) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.....43
- Figura 4.** Matéria seca das folhas ($g/planta$) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.....44
- Figura 5.** Produção de matéria seca do colmo (g) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.....45
- Figura 6.** Produção de matéria seca total ($g/planta$) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.....62
- Figura 7.** Área foliar do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.....46
- Figura 8.** Acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura.....48
- Figura 9.** Índice de Área Foliar (IAF) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura.50

Figura 10. Duração da área foliar (DAF) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura.....	52
Figura 11. Taxa de Crescimento da Cultura (TCC) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura.	54
Figura 12. Taxa de assimilação líquida (TAL) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura.....	56
Figura 13. Taxa de crescimento relativo (TCR) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura.....	57

CAPITULO II

Figura 1. Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante os períodos experimentais, nos anos agrícolas de 2015 e 2016. Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2017.....	71
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II:

Tabela 1: Composição química do material de origem do sorgo forrageiro submetido a diferentes métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.....75

Tabela 2: Composição química da silagem de sorgo forrageiro submetido a diferentes métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.....80

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. REFERÊNCIAS.....	22
3. OBJETIVOS	28
3.1 Geral	28
3.2 Específicos.....	28
CAPITULO I.....	29
RESUMO	29
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS	60
CAPITULO II	66
RESUMO	66
ABSTRACT	67
INTRODUÇÃO.....	68
MATERIAL E MÉTODOS.....	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
CONCLUSÃO.....	86
REFERÊNCIAS	87
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
ANEXO CAPITULO I.....	93
ANEXO CAPITULO II	121

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, o sistema de produção de bovinos é caracterizado por exploração a pasto, em função do baixo custo operacional e de extensas áreas disponíveis. As pastagens, por sua vez, são caracterizadas por baixa capacidade de suporte em decorrência das irregularidades na quantidade e qualidade da massa disponível, não atendendo as exigências dos animais em manutenção e produção.

No Amazonas ocorre a exploração das pastagens nativas das áreas de várzea, que tem solos férteis devido à reposição anual dos nutrientes com as cheias dos rios. Entretanto, as cheias se tornam um problema quando deixam as pastagens submersas aproximadamente seis meses durante o ano. Com isso, o rebanho fica alocado em “*marombas*” (currais suspensos) ou migram para terra firme.

As pastagens de terra firme, em sua maioria, são manejadas de forma extensiva com pouca ou nenhuma prática de manejo, ocasionando perda de produtividade e empobrecimento do solo, o que leva a uma fração crescente de pastagens degradadas (ROCHA et al., 2016), isso tende a se intensificar no período de estiagem quando as pastagens perdem potencial produtivo e as plantas daninhas por serem adaptadas as variações climáticas ocupam espaço e sobressaem sobre as forrageiras. As pastagens após alguns anos de uso e em estágios avançados de degradação as pastagens são abandonadas e novas áreas são abertas para implantação de novas pastagens, afetando dessa forma, o meio ambiente. Para aumentar a eficiência produtiva e econômica, a qualidade e também reduzir a degradação das pastagens, podem-se utilizar forrageiras anuais para suprir as necessidades do animal no período de maior déficit de alimento.

O sorgo forrageiro tem sido utilizado como fonte de alimento animal por produzir grãos e forragem nutritiva, o qual pode ser armazenado na forma de silagem

(GHANI et al., 2015). O que o torna em uma alternativa para manter a estabilidade da produção de leite e carne ao longo do ano (FERREIRA et al., 2015).

O sorgo é uma planta de origem e domesticação possivelmente no nordeste da África, (KIMBER et al., 2013), onde é utilizada principalmente na alimentação humana (BOTELHO et al., 2011; BORGHI et al., 2013). É o quinto cereal mais importante do mundo atrás do trigo (*Triticum spp*), arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*), e cevada (*Hordeum vulgare*) (PATERSON, 2008; GIZZI & GAMBI, 2016; ZHONG et al., 2016; HAMZA et al., 2016). Além da alimentação humana e animal, pode ser utilizado na produção de fibras e combustível (MORRIS et al., 2013; HOUX et al., 2013).

Existem diferentes tipos de sorgo com tamanhos variados, cultivares de porte alto ou baixo variando de 0,40 a 4 metros da base até o ápice da panícula (RIBAS, 2014; MAGALHÃES et al., 2014). Possui sistema radicular é bem desenvolvido, podendo chegar até 1,30 m de profundidade, o colmo é dividido em nós podendo variar de 7 a 24 com diâmetro de 0,005 a 0,03 m, as folhas quando completamente expandidas atingem até 1,30 m de comprimento e com 0,15 m de largura, podendo variar de 7 a 24 folhas por planta e a sua panícula é estreita e bem compacta, com espiguetas persistentes, glumas largas e bem ajustadas, grãos grandes geralmente redondos (PINHO et al., 2014).

O Sorgo é típico de clima quente, apresenta rusticidade e resistência às variações edafoclimáticas, sendo tolerante aos estresses abióticos, tais como: deficiência hídrica, salinidade e encharcamento, além de ser pouco exigente em fertilidade do solo (GOMES et al., 2008; DAN et al., 2010; TEETOR et al., 2011; SANI et al., 2011; CYSNE & PITOMBEIRA, 2012).

O crescimento e a produtividade da cultura do sorgo forrageiro são influenciados por fatores como o manejo de plantas daninhas e a densidade de plantio. As plantas

daninhas influenciam no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade das culturas devido à competição por água, luz e nutrientes (FELIPE et al., 2006; KUVA et al., 2007; SLAUGHTER et al., 2008), podendo levar a perdas de 30 a 75% na produtividade (PELISSARI et al., 2011; SILVA et al., 2014).

O controle das plantas daninhas é uma importante operação na produção de sorgo forrageiro (HENNIGH et al., 2010), responsável por cerca de 20 a 30% do custo de produção da lavoura (SILVA et al., 2007), podendo ser realizado de forma preventiva, cultural, mecânica e química, o que vai depender de fatores como as condições de exploração, infestação, disponibilidade de mão de obra, implementos e recursos financeiros (SILVA et al., 2014).

Uma das formas de reduzir a interferência das plantas daninhas no sorgo forrageiro é aliar os métodos de controle a redução do espaçamento entre linhas no plantio, aumentando assim a densidade de plantas e conseqüente aumento da biomassa produzida por área e o índice de área foliar, ocorrendo maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, impedindo que chegue à superfície do solo (GRICHAR et al., 2004; MISHRA et al., 2015) e a germinação das sementes fotoblásticas. Também contribui para reduzir as perdas de água por evaporação, melhora a distribuição do sistema radicular, e auxilia na absorção de água e nutrientes (MAY et al., 2014).

Com o adensamento do sorgo forrageiro podem-se reduzir os gastos com controle das plantas daninhas, pois essa estratégia de manejo apresenta efeitos supressivos sobre essas plantas (AL-BEDAIRY et al., 2013; MISHRA et al., 2015). Adicionalmente, pode-se considerar o efeito alelopático do sorgo na capacidade de inibir o crescimento de plantas daninhas próximas ao seu sistema radicular, através da liberação do sorgoleone (2 – hidroxí – 5 – metoxi – 3 - [(Z,Z) - 8',11',14'-pentadecatrieno] - p benzoquinona), o mais importante entre os aleloquímicos que é

exsudado pelas raízes do sorgo (GRICHAR et al., 2004; HOZAYN et al., 2012; WESTON et al., 2013; SILVA et al., 2014).

O arranjo espacial e a ocorrência de plantas daninhas têm influência sobre o crescimento e desenvolvimento do sorgo forrageiro, alterando a estrutura dos componentes morfológicos de acordo com a densidade de plantio e o nível de competitividade das plantas daninhas, além das condições ambientais ao qual a cultura é submetida.

O crescimento vegetal é influenciado por alterações no meio ambiente, tais como: níveis de luz, temperatura, umidade e disponibilidade de água e de nutrientes. Com isso, é importante verificar o comportamento das plantas nas mais variadas condições ambientais as quais são impostas, e a análise de crescimento possibilita identificar características das plantas associadas às suas adaptações, bem como seus potenciais de produção (ANDRADE et al., 2005).

A análise de crescimento permite analisar o crescimento total e final da planta através da descrição das características morfofisiológicas entre intervalos de tempo (dias) das amostras coletadas sucessivamente, e acompanhar a atividade fotossintética, quantificada por meio do acúmulo de matéria seca, pois 90% do acúmulo de matéria seca é resultado da atividade fotossintética e o restante, da absorção mineral do solo (BENINCASA, 2003; CAIRO et al., 2008; BARBERO et al., 2013).

A análise quantitativa de crescimento é um método padrão para estimar a produtividade biológica e primária de plantas isoladas ou de comunidades de vegetais (CAIRO et al., 2008), e isso, requer conhecimento da fotossíntese líquida das folhas individuais (LOPES & LIMA, 2015), onde a área foliar representa o tamanho da área de interceptação luminosa, sendo um índice importante para o crescimento das plantas, por afetar diretamente o acúmulo de matéria seca, além de fornecer informações sobre o

metabolismo vegetal, capacidade fotossintética, rendimento e qualidade da colheita (IBARRA et al. 2001) e depende das características inerentes das plantas, como a idade, o tipo e o tamanho das folhas, além do arranjo espacial das folhas, distribuição horizontal e vertical e ângulo de inserção das folhas (CALVANO et al., 2011).

O índice de área foliar é um excelente indicador de desenvolvimento da cultura (HOSSEINI et al., 2015; KROSS et al., 2015), sendo considerado variável de importância na compreensão da dinâmica da vegetação em ecossistemas terrestres, uma vez que é determinante dos processos produtivos, tais como, a interceptação da radiação e trocas gasosas e de água com o meio (FAVARIN et al., 2002; SBRISSIA & SILVA, 2008) e também é indiretamente usado como variável de entrada para modelos de produção primária, crescimento e estimativas de safras (FANG et al., 2011; BOLTON & FRIEDL, 2013; HOSSEINI et al., 2015).

As condições de crescimento são determinantes para que o sorgo forrageiro tenha elevada produtividade por área, além de influenciar diretamente sobre a qualidade da matéria seca produzida em termos de nutrientes como proteína bruta, a quantidade e qualidade da fibra, minerais, nutrientes que serão importantes para atender as exigências dos animais em manutenção e produção. Podendo ser fornecido aos animais na forma de silagem ou como forragem verde no cocho.

A silagem é alternativa importante para minimizar os problemas da escassez de volumoso devido a sazonalidade forrageira. É uma técnica que, baseia-se na fermentação por bactérias ácido lácticas que convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente ácido láctico, em condições anaeróbicas, ocasionando a redução do pH a níveis de 3,8 a 4,2. Dessa forma a forragem ensilada entra em processo de estabilização ocorrendo a inibição do desenvolvimento de microrganismos

indesejáveis, como bactérias do gênero *Clostridium* (McDONALD et al., 1991; FILYA et al., 2000; WEINBERG et al., 2010).

Para que a forrageira tenha bom padrão de fermentação no silo, devem ser levados em consideração alguns fatores relacionados as plantas, como o teor de matéria seca variando de 28 a 40%, elevada concentração de açúcares solúveis em água e baixa capacidade tampão do material ensilado (JOBIM & NUSSIO, 2013). O sorgo forrageiro apresenta essas características, sendo uma das plantas mais indicadas para produção de silagem, seu material é considerado bom, ficando atrás do milho, que é considerada a silagem padrão. Além do mais, o sorgo forrageiro apresenta bom rendimento de matéria seca e alto valor nutricional (NASCIMENTO et al., 2008).

Existe escassez de pesquisas científicas publicadas abordando o manejo das plantas daninhas e sua influência no crescimento, na produtividade e na composição química da silagem do sorgo forrageiro. Além das preocupações relacionadas a saúde humana e ambiental com a utilização desordenada dos herbicidas para o controle de plantas daninhas. Em algumas situações, estratégias são necessárias para promover a competitividade da cultura do sorgo forrageiro frente às plantas daninhas, como também é importante a investigação dos métodos de controle das plantas daninhas associados a diferentes espaçamentos, visando a redução da competição e a melhora da produtividade e da qualidade da silagem.

2. REFERÊNCIAS

- AL-BEDAIRY NR, ALSAADAWI IS, SHATI RK (2013) Combining effect of allelopathic *Sorghum bicolor* L.(Moench) cultivars with planting densities on companion weeds. *Archives of Agronomy and Soil Science*, **59**, 955-961.
- ANDRADE AC, FONSECA DD, LOPES RDS, NASCIMENTO JUNIOR DD, CECON PR, QUEIROZ DS, REIS ST (2005) Análise de crescimento do capim- elefante napier adubado e irrigado. *Ciência e agrotecnologia*, **29**, 415-423.
- BARBERO LM, PRADO TF, BASSO KC, LIMA LA, MOTTA KM, KRÜGER BC, SILVA GAS (2014) Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. *Veterinária Notícias*, **19** 71-85.
- BENINCASA MMP (2003) “Análise de crescimento de plantas (noções básicas)” (Editora Funep: Jaboticabal). 2003.
- BOLTON DK, FRIEDL MA (2013) Forecasting crop yield using remotely sensed vegetation indices and crop phenology metrics. *Agricultural and Forest Meteorology*, **173**, 74-84.
- BORGHI E, CRUSCIOL CAC, NASCENTE AS, SOUSA VV, MARTINS PO, MATEUS GP, COSTA C (2013) Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. *European journal of agronomy*, **51**, 130-139.
- BOTELHO PR, PIRES DADA, SALES ECJD, ROCHA JÚNIOR VR, JAYME DG, REIS STD (2010) Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **9**, 287-297.
- CAIRO PAR, OLIVEIRA LEM, MESQUITA AC (2008) “Análise de crescimento de plantas” (Edições UESB: Vitória da Conquista).
- CALVANO MPCA, EUCLIDES VPB, MONTAGNER DB, LEMPP B, DIFANTE GS, FLORES RS, GALBEIRO S (2011) Tillering and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. *Revista Ceres*, **58**, 781-789.

- CYSNE JR, PITOMBEIRA JB (2012) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, **43**, 273-278.
- DAN HA, CARRIJO MS, CARNEIRO DF, COSTA KAP, SILVA AG (2010) Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. *Acta Scientiarum-Agronomy*, **32** 675-679.
- FANG H, LIANG S, HOOGENBOOM G (2011) Integration of MODIS LAI and vegetation index products with the CSM–CERES–Maize model for corn yield estimation. *International Journal of Remote Sensing*, **32**, 1039-1065.
- FAVARIN JL, DOURADO NETO D, GARCÍA AG, NOVA NAV, FAVARIN MGGV. Equações para a estimativa do Índice de área foliar do cafeeiro. *Pesquisa, agropecuária, brasileira*, **37**, 769-773.
- FELIPE JM, MARTINS D, COSTA NV (2006) Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre cultivares de batata. *Bragantia*, **65**, 615-621.
- FERREIRA PDS, GONÇALVES LC, RODRIGUES JAS, JAYME DG, SALIBA EDOS, NETO ODSP, VELASCO FO (2015) Valor nutricional de híbridos de sorgo para corte e pastejo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em diferentes fases fenológicas. *Semina: Ciências Agrárias*, **36**, 377-390.
- FILYA I, ASHBELL G, HEN Y, WEINBERG ZG (2000) The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science and Technology*, **88**, 39-46.
- GHANI A, SAEED M, HUSSAIN D, ARSHAD M, SHAFIQUE MM, SHAH SAS (2015) Evaluation of different sorghum (*Sorghum bicolor* L. moench) varieties for grain yield and related characteristics. *Science letters*, **3**, 72-74.
- GIZZI G, GAMBIN BL (2016) Eco-physiological changes in sorghum hybrids released in Argentina over the last 30 years. *Field Crops Research*, **188**, 41-49.
- GOMES SO, PITOMBEIRA JB, NEIVA JNM, CÂNDIDO MJD (2008) Comportamento agrônomico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, **37**, 221-227.

- GRICHAR WJ, BESLER BA, BREWER KD (2004) Effect of row spacing and herbicide dose on weed control and grain sorghum yield. *Crop protection*, **23**, 263-267.
- HAMZA NB, SHARMA N, TRIPATHI A, SANAN-MISHRA N (2016) MicroRNA expression profiles in response to drought stress in Sorghum bicolor. *Gene Expression Patterns*, **20**, 88-98.
- HENNIGH DS, AL-KHATIB K, CURRIE RS, TUINSTRA MR, GEIER PW, STAHLMAN PW, CLAASSEN MM (2010) Weed control with selected herbicides in acetolactate synthase-resistant sorghum. *Crop Protection*, **29**, 879-883.
- HOSSEINI M, MCNAIRN H, MERZOUKI A, PACHECO A (2015) Estimation of Leaf Area Index (LAI) in corn and soybeans using multi-polarization C-and L-band radar data. *Remote Sensing of Environment*, **170**, 77-89.
- HOUX JH, ROBERTS CA, FRITSCHI FB (2013) Evaluation of sweet sorghum bagasse as an alternative livestock feed. *Crop Science*, **53**, 1784-1790.
- HOZAYN M, EL-SHAHAWY TAE, SHARARA FA (2012) Implication of crop row orientation and row spacing for controlling weeds and increasing yield in wheat. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, **6**, 422-427.
- IBARRA L, FLORES J, PÉREZ JCD (2001) Growth and yield of muskmelon in response to plastic mulch and row covers. *Scientia Horticulturae, Coah*, **87**, 139-145.
- JOBIM CC, NUSSIO LG (2013) Princípios básicos da fermentação na Ensilagem. In: Forragicultura: ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. pp. 649-660 (Gráfica Multipress: Jaboticabal).
- KIMBER CT, DAHLBERG JA, KRESOVICH S (2013) The gene pool of Sorghum bicolor and its improvement. In: Genomics of the Saccharinae. pp. 23-41 (Springer: New York).
- KROSS A, MCNAIRN H, LAPEN D, SUNOHARA M, CHAMPAGNE C (2015) Assessment of RapidEye vegetation indices for estimation of leaf area index and biomass in corn and soybean crops. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, **34**, 235-248.

- KUVA MA, PITELLI RA, SALGADO TP, ALVES PLCA (2007) Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. *Planta Daninha*, **25**, 501-511.
- LOPES NF, LIMA MGS (2015) “Fisiologia da produção”. (Editora UFV: Viçosa).
- MAGALHÃES PC, SOUZA TC, MAY A, LIMA FILHO OF, SANTOS FC, MOREIRA JAA, LEITE CEP, ALBURQUERQUE CJB, FREITAS RS (2014) Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 58-88, (Editora UFV: Viçosa).
- MAY A, CAMAPANHA MM, SILVA AF, FREITAS RS, ALBURQUERQUE CJB (2014) Arranjo de plantas no plantio. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 119-143, (Editora UFV: Viçosa).
- McDONALD P, HENDERSON AR, HERON SJE (1991) Microorganisms. In: The “Biochemistry of Silage”. pp. 81–151 (Chalcombe Publications: Abersytwyth).
- MISHRA JS, RAO SS, PATIL JV (2015) Response of grain sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars to weed competition in semi-arid tropical India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, **85**, 688-94.
- MORRIS GP, RAMU P, DESHPANDE SP, HASH CT, SHAH T, UPADHYAYA HD, HARRIMAN J (2013) Population genomic and genome-wide association studies of agroclimatic traits in sorghum. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **110**, 453-458.
- NASCIMENTO WG, PRADO IN, JOBIM CC, EMILE JC, SURAULT F, HUYGHE C (2008) Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **37**, 896-904.
- PATERSON AH (2008) Genomics of sorghum. *International journal of plant genomics*. **2008**, 1-7.
- PELISSARI A, MENDONÇA CG, LANG CR, LANG CR, BALBINOT JUNIOR AA (2011) Avanços no controle de plantas daninhas no sistema de integração lavoura-pecuária. *Synergismus scyentifica*, **6**, 1-17.

- PINHO RGV, FIORINI IVA, SANTOS AO (2014) Botânica. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 37-57, (Editora UFV: Viçosa).
- RIBAS PM (2014) Origem e importância econômica. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 9-36, (Editora UFV: Viçosa).
- SANI BM, DANMOWA NM, SANI YA, JALIYA MM (2011) Growth, yield and water use efficiency of maize-sorghum intercrop at Samaru, Northern Guinea Savannah, Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, **19**, 253-259.
- SBRISSIA AF, SILVA SC (2008) Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **37**, 212-220.
- SILVA AA, FERREIRA FA, FERREIRA LR, SANTOS JB (2007) Biologia de plantas daninhas. In. Tópicos em manejo de plantas daninhas. pp 367 (Editora UFV: Viçosa).
- SILVA AF, D’ANTONINO L, FERREIRA FA, FERREIRA LR (2014) Manejo de plantas daninhas. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 9-36, (Editora UFV: Viçosa).
- SLAUGHTER DC, GILES DK, DOWNEY D (2008) Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and electronics in agriculture*, **61**, 63-78.
- TEETOR VH, DUCLOS DV, WITTENBERG ET, YOUNG KM, CHAWHUAYMAK J, RILEY MR, RAY DT (2011) Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. *Industrial Crops and Products*, **34**, 1293-1300.
- WEINBERG ZG, KHANAL P, YILDIZ C, CHEN Y, ARIELI A (2010) Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculant on aerobic stability of wheat silages *Animal Feed Science and Technology*. **158**, 29-35.
- WESTON LA, ALSAADAWI IS, BAERSON SR (2013) Sorghum allelopathy from ecosystem to molecule. *Journal of chemical ecology*, **39**, 142-153.
- ZHONG RZ, FANG Y, WANG YQ, SUN HX, ZHOU DW (2016) Effects of substituting finely ground sorghum for finely ground corn on feed digestion and meat

quality in lambs infected with *Haemonchus contortus*. *Animal Feed Science and Technology*, **211**, 31-40.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar a influência de diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção, crescimento e composição química da silagem do sorgo

3.2 Específicos

- Determinar a influência dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos sobre as características fisiológicas do sorgo forrageiro.
- Estimar a produtividade de forragem do sorgo forrageiro;
- Determinar a composição química da silagem produzida com sorgo forrageiro.

CAPITULO I

PRODUÇÃO E CRESCIMENTO DO SORGO FORRAGEIRO EM FUNÇÃO DOS ESPAÇAMENTOS E MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

RESUMO

O sorgo forrageiro é capaz de produzir elevados rendimentos de forragem por hectare, podendo sofrer influência das condições de cultivo ao qual é submetida. Com isso objetivou-se com esta pesquisa determinar o método de controle de plantas daninhas associado ao melhor espaçamento, que proporcione maior produtividade e melhor crescimento do sorgo forrageiro. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas. Os tratamentos da parcela foram os espaçamentos (40; 50; 60; 70; 80 cm entre linhas) e na subparcela os métodos de controle de plantas daninhas (herbicida, com capina e sem capina). No controle químico foi aplicado o Paraquat na dose de 400 g ha⁻¹ nas entrelinhas. Foram avaliadas a matéria seca das plantas daninhas, matéria seca do sorgo, matéria seca dos componentes morfológicos, área foliar, acúmulo a matéria seca da parte aérea (MSPA), duração de área foliar (DAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa assimilatória líquida (TAL), taxa de crescimento relativo (TCR). Os melhores índices produtivos foram encontrados quando realizado o controle das plantas daninhas com uso do paraquat aliado ao espaçamento 50 cm entre linhas, proporcionando maior produção de matéria seca do sorgo em t ha⁻¹ e juntamente com o espaçamento de 40 cm as menores produções de matéria seca das plantas daninhas em t ha⁻¹. O acúmulo de MSPA foi superior com o controle das plantas daninhas aliado aos maiores espaçamentos, porém os menores espaçamentos produziram maiores IAF, DAF, TCC o que deixa evidente a importância do espaçamento e do controle das plantas daninhas para melhor desempenho do sorgo forrageiro. O espaçamento de 50 cm entre linhas associado ao controle químico de

plantas daninhas com paraquat foi o arranjo, que proporcionou a melhor forma de se cultivar o sorgo forrageiro com maiores índices de crescimento nas condições da Amazônia Central.

Palavras chave: Densidade, Competição, herbicida, forragem, fisiologia *Sorghum bicolor*

CHAPTER I

PRODUCTION AND GROWTH OF FORAGING SORGHUM IN THE FUNCTION OF SPACES AND METHODS OF CONTROL OF WEEDS IN THE CENTRAL AMAZON

ABSTRACT

Forage sorghum is able to have high yields of forage per hectare, being able to undergo influence of the conditions of cultivation to which it is submitted. The objective of this research was to determine the weed control method associated with the best spacing, which provides higher productivity and better growth of forage sorghum. The experimental design was in randomized blocks, in subdivided plots. The treatments of the plot were the spacings (40; 50; 60; 70; 80 cm between rows) and the weed control methods (herbicide, weeding and no weeding) in the subplot. In the chemical control Paraquat was applied at a dose of 400 g ha⁻¹ between the lines. The dry matter of the weeds, dry matter of the sorghum, dry matter of the morphological components, leaf area, accumulation of shoot dry matter (DMAP), leaf area duration (LAD), crop growth rate, net assimilation rate (NAR), relative growth rate (RGR). The best productive indexes were found when weed control was carried out with the use of paraquat allied to 50 cm line spacing, providing higher yield of sorghum dry matter in t ha⁻¹ and, together with the 40 cm spacing, lower yields of weed dry matter in t ha⁻¹. The accumulation of DMAP was superior with weed control combined with larger spacings, but the smaller spacings produced higher LAI, LAD and GRC which shows the importance of weed spacing and control for better performance of forage sorghum. The spacing of 50 cm between rows associated with the chemical control of weeds with paraquat is the best way to cultivate the sorghum in addition to favoring better growth rates in the environmental conditions of Central Amazonia.

Key words: Density, Competition, herbicide, fodder, physiology *Sorghum bicolor*

INTRODUÇÃO

A agricultura moderna é dependente de uma série de fatores capazes de influenciar diretamente na produtividade das culturas. Entre esses fatores destaca-se o manejo das plantas daninhas como prática essencial para o melhor desempenho do cultivo. O estabelecimento da cultura e o controle das plantas daninhas na fase vegetativa de desenvolvimento favorece a expressão do potencial produtivo.

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é uma cultura de metabolismo do tipo anual C4, capaz de ter elevados rendimentos de forragem por hectare e pode ser utilizado para produção de silagem. Apresenta vantagens competitivas como a elevada produção de biomassa, qualidade dos grãos e a estabilidade da produção em condições adversas (GIZZI & GAMBI, 2016). O sorgo é uma planta rústica e resistente as variações edafoclimáticas (DAN et al., 2010; CYSNE & PITOMBEIRA, 2012), se adapta a ampla variação de ambientes, com vantagem fotossintética pela eficiência na utilização da radiação solar para conversão do CO₂ em fotoassimilados (MAY et al., 2014), produzindo sob condições desfavoráveis para outros cereais (MAGALHÃES et al., 2014), mas para expressar seu potencial máximo é necessário o uso de técnicas que facilite na busca de maiores produtividades.

A escolha do arranjo adequado das plantas é determinante para o melhor crescimento e desenvolvimento do sorgo (ARGENTA et al., 2001; HOZAYN et al., 2012), como também é uma ferramenta que ajuda no manejo das plantas daninhas (HOZAYN et al., 2012), deixando prevalecer o crescimento do sorgo sobre essas plantas (SCOTT et al., 2013; MARÍN & WEINER, 2014).

O sorgo pode ser cultivado com diferentes densidades de plantas de acordo com o tipo de sorgo utilizado e a variação climática da região (AVELINO et al., 2011), isso

aliado a outros fatores como o espaçamento, época de semeadura, profundidade, genética, adubação e nutrição, que podem influenciar direta ou indiretamente a produtividade da cultura (BOTELHO et al., 2010), além da interferência nas plantas daninhas.

As plantas daninhas constituem um dos fatores de ordem bioeconômica que impõem limitações no desempenho da agropecuária com influência sobre o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das culturas em razão da competição por água, luz, nutrientes e espaço, (FELIPE et al., 2006; KUVA et al., 2007; SLAUGHTER et al., 2008). Com isso, o controle das plantas daninhas deve ser realizado porque elas reduzem de forma significativa a produtividade das culturas, como o sorgo por exemplo, além de elevar os custos de produção de 20 a 30% (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2007). Por isso é importante a utilização de métodos que eliminem as plantas daninhas ou reduzem a competição delas com o sorgo forrageiro. Essa redução da competitividade das plantas daninhas pode ocorrer por fatores como: aplicação de herbicidas, seleção de variedades competitivas, época de semeadura de acordo com a região, estabelecimento da cultura, uso e período de aplicação dos fertilizantes e o uso de um arranjo adequado entre as plantas de sorgo (FAROOQ et al., 2017).

A planta de sorgo forrageiro pode apresentar arquitetura variada dependendo das condições do ambiente e de cultivo, podendo ser influenciada pelos espaçamentos, que sofrem variação de acordo com a posição geográfica de cada região produtora (MAY et al., 2014). A escolha do arranjo adequado é determinante para o melhor crescimento e desenvolvimento do sorgo (ARGENTA et al., 2001; HOZAYN et al., 2012), pois é uma forma de aumentar a quantidade de radiação incidente interceptada pela cultura (MAY et al., 2014). Além de auxiliar no manejo das plantas daninhas (HOZAYN et al., 2012),

ao fornecer vantagens competitivas ao sorgo sobre as plantas daninhas (SCOTT et al., 2013; MARÍN & WEINER, 2014).

Diminuir o espaçamento entre e dentro das linhas no plantio da cultura e consequente aumento da densidade de plantas, pode aumentar a biomassa do sorgo forrageiro produzida por área. Este arranjo das plantas tem efeito direto sobre o índice de área foliar, que intercepta a radiação fotossinteticamente ativa, impedindo-a que chegue à superfície do solo para ativar a germinação das plantas daninhas (GRICHAR et al., 2004), principalmente das sementes fotoblásticas positivas. Aliado a isso, é necessário implementar um método de controle adequado, seja por uso de herbicida, capina ou até mesmo sem controle, para proporcionar um melhor desempenho do sorgo forrageiro. Desta forma objetivou-se determinar o método de controle de plantas daninhas associado ao melhor espaçamento entre linhas, que proporcione maior produtividade melhor crescimento da cultura do sorgo forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental da UFAM localizada na rodovia Br 174 km 922, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Federal do Amazonas na Faculdade de Ciências Agrárias, ambos no município de Manaus, no Estado do Amazonas. A cultivar de sorgo forrageiro selecionada foi AG 4420.

O clima na região é quente e úmido correspondente ao Amwm conforme a classificação de Köppen (1936), umidade relativa entre 70 e 90% e precipitação anual de 1.750 a 2.500 mm (MOTA & MEDEIROS, 2002; OLIVEIRA et al., 2011). Os dados do balanço hídrico durante a pesquisa foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 1).

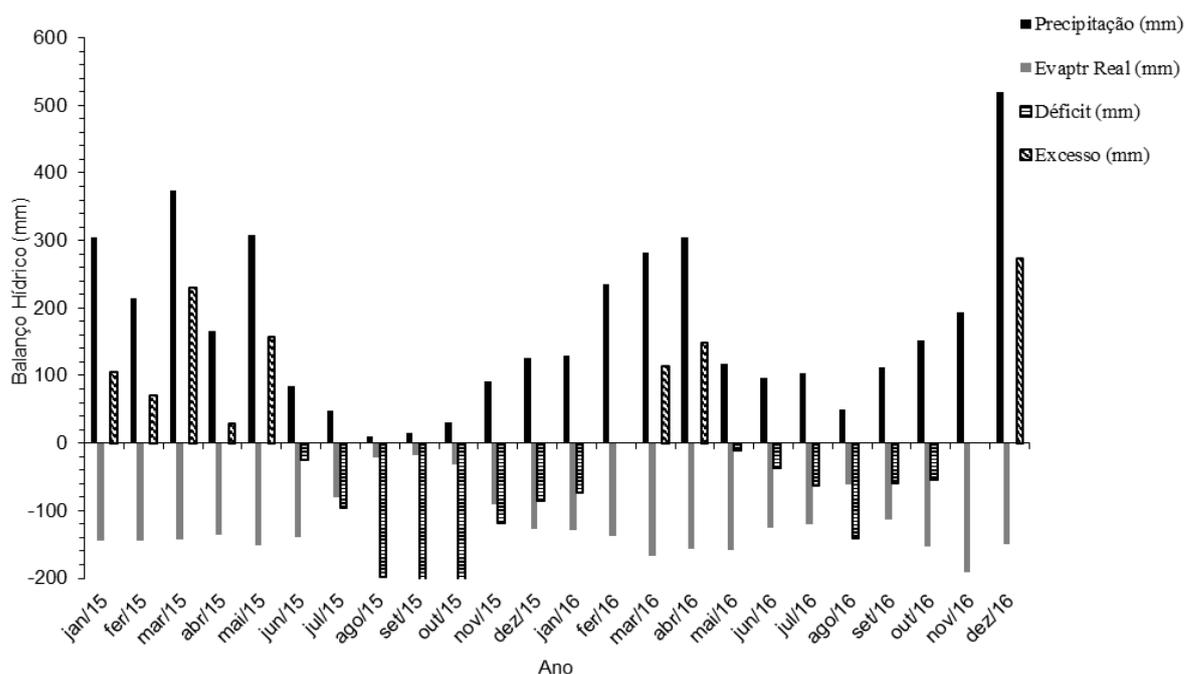


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante os períodos experimentais, nos anos agrícolas de 2015 e 2016. Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2017.

A análise de solo da área experimental classificado como Argissolo Amarelo Distrófico de textura muito argilosa na profundidade de 0 cm a 20 cm indicou os seguintes atributos: pH (H²O) 5,24; 5,87 mg dm⁻³ de P; 31,0 mg dm⁻³ de K; 0,36 cmolc dm⁻³ de Al; 2,59 cmolc dm⁻³ de H + Al; 1,45 cmolc dm⁻³ de Ca; 0,48 cmolc dm⁻³ de Mg; 4,30 dag kg⁻¹ de MO; 3,15 mg dm⁻³ de Zn; 154 mg dm⁻³ de Fe; 3,03 mg dm⁻³ de Mn; 0,54 mg dm⁻³ de Cu; 80 g kg⁻¹ de areia; 227 g kg⁻¹ de silte; e 686 g kg⁻¹ de argila. A correção e a adubação do solo foram de acordo com a indicação da análise química do solo e as exigências da planta de sorgo forrageiro. Sendo aplicado 70 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 75

kg.ha⁻¹ de N e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O. O plantio ocorreu no período chuvoso no mês de fevereiro em cada um dos anos (2015 e 2016) com semeadora Manual ecm Multi-Star outils wolf ajustada para 17 sementes m⁻¹ e aos 15 dias após o plantio fez-se o desbaste para 13 plantas m⁻¹.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Os tratamentos da parcela foram os espaçamentos (40; 50; 60; 70; 80 cm entre linhas) e na subparcela os métodos de controle de plantas daninhas (herbicida, capina manual com enxada e sem controle). O tratamento de controle químico foi com o 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridílio dicloreto (Paraquat) na dose de 400 g ha⁻¹ nas entrelinhas do sorgo. A aplicação foi com pulverizador costal, elétrico, com pressão constante 30 lb pol⁻², equipado com bico tipo leque 80.02 e volume de calda de 150 L ha⁻¹. No momento da aplicação a velocidade do vento era de 7 kmh⁻¹, umidade relativa de 78% e temperatura de 29°C. A capina na entrelinha do sorgo foi feita com enxada.

Para amostragem das plantas daninhas foi utilizado o método do quadrado inventário (Braun-Blanquet, 1950), onde usou-se um retângulo com área de 0,12 m² jogado aleatoriamente, duas vezes por subparcela de cada tratamento. As plantas da área, delimitada pelo retângulo, foram cortadas rente ao solo, e posteriormente secas em estufa de circulação forçada a 65°C até atingir peso constante. O peso da matéria seca total das plantas foi expresso em toneladas por hectare.

A produção da matéria verde do sorgo foi obtida das plantas dentro do amostrador de 2 x 2 m da área útil por meio do corte a dez centímetros do solo. A produção de matéria seca (PMS), em t ha⁻¹, foi estimada pelo produto entre a produção de matéria verde e o teor de matéria seca das plantas. Para matéria seca de folha, colmo

e panícula foram colhidas oito plantas, onde foram separadas as folhas, colmo e panículas, levadas à estufa a 65°C até peso constante e posteriormente pesadas.

Para avaliação da análise de crescimento foram colhidas duas plantas por parcela a cada 15 dias após o plantio e levadas ao Laboratório de Ciências de Plantas Daninhas (LCPD) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA-UFAM). As folhas foram separadas do colmo e em seguida a área foliar foi medida no equipamento Area Meter Licor Mod. L1 – 3000. As folhas, o colmo e a panícula foram acondicionados em sacos de papel e levados a estufa de ventilação forçada a 65 °C até peso constante e posteriormente foi obtido o peso da matéria seca da folha, do colmo e da panícula.

De posse dos dados primários foram calculadas as seguintes variáveis de acordo com metodologia descrita por Benincasa (2003); Cairo et al., (2008) Floss, (2011); Barbero et al., (2014) e Lopes & Lima, (2015): Acúmulo de Matéria Seca da parte aérea (MSPA), Taxa de Crescimento Relativo (TCR = $dP/MSPA$, onde: dP = derivada da primeira equação e $MSPA$ = matéria seca da parte aérea), Taxa de Crescimento da Cultura (TCC= $(TAL*IAF)$ $g\ dm^{-2}\ dia^{-1}$, Sendo a TAL =taxa de assimilação líquida e IAF = índice de área foliar); Taxa Assimilatória Líquida ($TAL = (P2 - P1) \times (\log A2 - \log A1) / (A2 - A1) \times (T2-T1)$ $g\ dm^{-2}\ dia^{-1}$, onde $P1$ e $P2$ são a variação da massa da matéria seca em duas amostras consecutivas tomadas nos tempos $T1$ e $T2$. $A1$ e $A2$ são o índice de área foliar no $T1$ e $T2$); Índice de Área Foliar (($IAF = AF/\text{Área de Solo}$), que leva em consideração a área foliar e a área de solo ocupado); Duração de Área Foliar ($DAF = ((AF1+AF2)*(T2-T1)/2)$ $g\ dm^{-2}\ dia^{-1}$, sendo, AF = área foliar e T = tempo, em dia).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados os quadrados médios do resíduo. As relações entre os quadrados médios foram menores que 7 e por esta razão as análises dos dados dos dois anos de produção do experimento

foi conjunta (PIMENTEL, 2009; BONZATO, 2013). Em seguida, fizeram-se as médias somente para as características que foram significativas para o teste F., que usadas para a seleção das equações com o auxílio do Table curve.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com ou sem capina reduziram a produção de matéria seca do sorgo forrageiro em relação ao controle com herbicida (Figura 2). O espaçamento 50 cm entre linhas aliado ao controle de plantas daninhas com paraquat proporcionou maior produção de matéria seca estimada (MS) (20,48 t ha⁻¹). Com o aumento dos espaçamentos entre linhas (60, 70 e 80 cm) houve queda na produção MS do sorgo forrageiro, no controle com paraquat. O método de controle com capina teve maior produção de MS estimada (19,46 t.ha⁻¹ de MS) do sorgo forrageiro no espaçamento de 40 cm, à medida que houve aumento dos espaçamento até 60 cm teve redução de MS e estabilizou-se nos espaçamentos 70 e 80 cm.

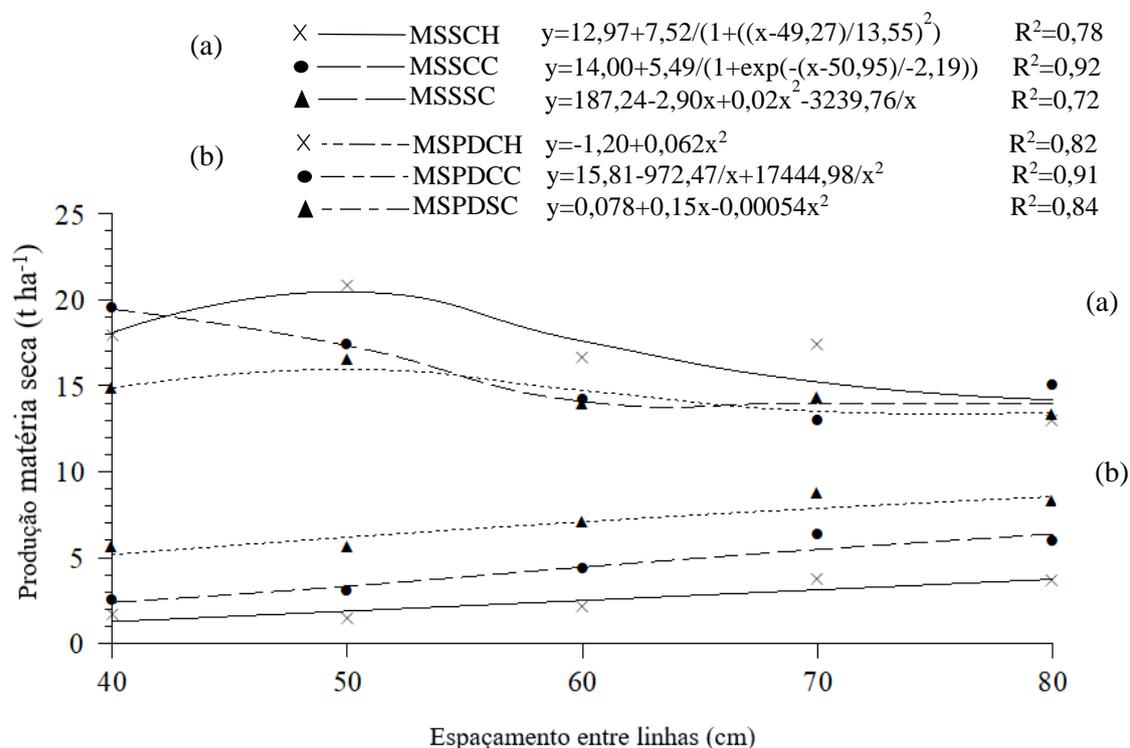


Figura 2. Produção de matéria seca ($t\ ha^{-1}$) do sorgo forrageiro e Produção de matéria seca das plantas daninhas ($t\ ha^{-1}$) presentes no sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. MSSCH =Matéria seca do sorgo com herbicida; MSSCC= Matéria seca do sorgo com capina; MSSSC= Matéria seca do sorgo sem capina; MSPDCH= Matéria seca de plantas daninhas com herbicida; MSPDCC= Matéria seca de plantas daninhas com capina; MSPDSC= Matéria seca de plantas daninhas sem capina.

O tratamento sem capina e espaçamento 80 cm teve a menor produção estimada ($13,48\ t\ ha^{-1}$ de MS), para este mesmo tratamento a maior produção ($15,95\ t\ ha^{-1}$ de MS) foi com espaçamento de 50 cm, sendo $4,53\ t\ ha^{-1}$ de MS inferior ao mesmo espaçamento com controle de plantas daninhas realizado com paraquat, equivalente a 22,12% de perdas de rendimento de matéria seca. Com aumento dos demais espaçamentos para este tratamento a tendência foi reduzir a produção de MS/ha. Dependendo das condições ambientais, as perdas de produtividade podem ser ainda maiores em culturas plantadas em linhas, podendo chegar até 70% (KARIMMOJENI et al., 2010), pesquisas já mostraram perdas de 75% para o sorgo forrageiro (ANDRES et al., 2010). Na cultura do milho foram observadas reduções de rendimento de até 65% em comparação com o controle livre de plantas daninhas (GANTOLI et al., 2013).

A redução dos espaçamentos proporcionou aumento na densidade de plantas com maior interceptação de luz, sombreando a superfície do solo e conseqüentemente inibindo a emergência de plantas daninhas (GRICHA, et al., 2004; MOHAMMADI et al., 2012). A cultura do milho também sofre forte influência da redução de espaçamentos entre linhas, pesquisas encontraram aumento de até 19,71% da produtividade com a redução do espaçamento de 75 para 50 cm entre linhas (MOHAMMADI et al., 2012).

Na região Nordeste do Brasil foram avaliadas cinco cultivares de sorgo forrageiro para produção de silagem, cuja produtividade de matéria seca no espaçamento de 70 cm entre linhas variou de $25,2$ a $17,1\ t\ ha^{-1}$ (SANTOS et al., 2013).

Com este mesmo espaçamento, esta pesquisa teve produtividade estimada baixa para os métodos de controle com uso do paraquat, com capina e sem capina (15,22, 14,24 e 12,96 t.ha⁻¹ de MS) respectivamente, porém o espaçamento de 50 cm com controle de plantas daninhas com paraquat teve produtividade (20,50 t ha⁻¹ de MS) próxima a média da região Nordeste (19,7 t.ha⁻¹ de MS). Estes resultados mostram que os espaçamentos entre linhas podem ser reduzidos e o uso de herbicidas para controlar plantas daninhas são práticas culturais que aumentam a produtividade do sorgo forrageiro. O fato da produtividade da região Norte ter sido próxima ao da região Nordeste, com espaçamento de 50 cm e não de 70 cm pode ser atribuído a variação na distribuição de chuvas entre as regiões, pois o aumento da densidade de plantas depende das condições climáticas, principalmente da precipitação (MHLANGA et al., 2016).

Com aumento dos espaçamentos, teve incremento na matéria seca das plantas daninhas, independentemente do método de controle utilizado (Figura 2b). A produção máxima estimada foi no controle sem capina e espaçamento de 80 cm (8,55 t.ha⁻¹ de MS) com 7,28 t.ha⁻¹ a mais do que o mínimo com paraquat e espaçamento de 40 cm (1,27 t.ha⁻¹ de MS), ou seja, houve aumento de 85,15% de matéria seca de plantas daninhas no controle sem capina em relação ao controle com paraquat. Estas plantas são um desafio na produção do sorgo que mesmo tendo a capacidade de sombrear, ainda sofrem com a interferência das plantas daninhas, com perdas de rendimento e redução da qualidade do produto. Contudo, o uso de herbicida é o método mais eficiente para controlar as plantas daninhas, pois não causa danos ao sistema radicular, a mão de obra é reduzida e o controle é específico, podendo ser feito na linha e entre linhas de semeadura (SILVA et al., 2014). E quando aliada aos espaçamentos reduzidos, como 40 e 50 cm, favorece a cultura do sorgo forrageiro a ter melhor desempenho produtivo.

O método com capina teve produção intermediária com mesma tendência de resposta dos demais métodos de controle, com valor mínimo estimado de 2,40 t.ha⁻¹ no espaçamento de 40 cm e máximo de 6,38 t.ha⁻¹ com 80 cm. A capina possibilitou rebrota vigorosa das plantas daninhas, influenciado pela radiação solar nos maiores espaçamentos. O controle com capina é mais difícil no meio das linhas do sorgo forrageiro, pois pode causar lesões nas plantas e assim prejudicar o seu desenvolvimento (ASSIRELLI et al., 2015; ISHAYA et al., 2007), além de demandar mais mão de obra, dependendo do tamanho da área se torna inviável. Entretanto, é uma alternativa para pequenos produtores usando assim os recursos já existentes na propriedade (KATHIRESAN, 2007).

A produção de matéria verde (MV) (Figura 3) teve a produção máxima (66,11 t.ha⁻¹ de MF) no espaçamento de 50 cm com paraquat e posteriormente, a produção teve uma queda com o aumento dos demais espaçamentos. O pico de produção com capina (60,18 t.ha⁻¹ de MV) foi no espaçamento de 40 cm entre linhas e houve redução na produção de forma acentuada quando comparado ao controle com paraquat. E assim como a produção da MS, a MV teve menores produções quando não teve capina das plantas daninhas, onde a menor produtividade estimada (41,74 t.ha⁻¹ de MF) foi no espaçamento 80 cm.

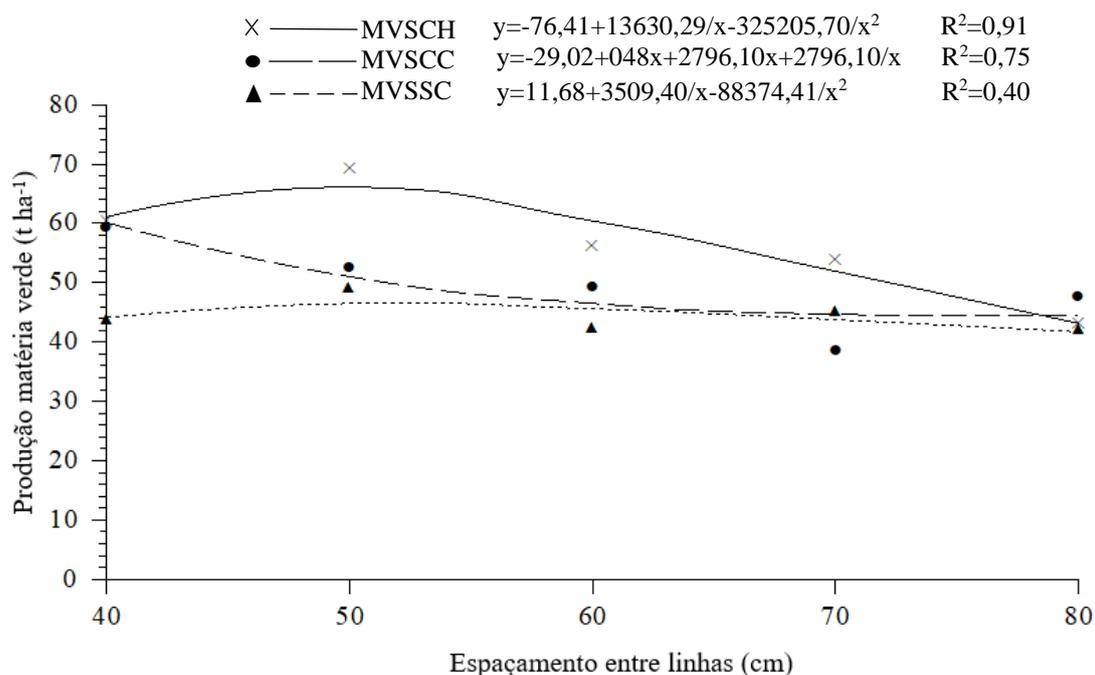


Figura 3. Produção de matéria verde ($t\ ha^{-1}$) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. MVSCCH = Matéria verde do sorgo com herbicida; MVSCC = Matéria verde do sorgo com capina; MVSSC = Matéria verde do sorgo sem capina.

O uso do paraquat aliado à redução do espaçamento teve aumento de $24,37\ t\cdot ha^{-1}$ de MF em comparação ao tratamento sem capina no espaçamento de 80 cm, isso representa 37,82% a mais de MF de sorgo forrageiro quando é realizado o controle com paraquat no espaçamento de 50 cm. A medida que houve aumento dos espaçamentos a tendência foi reduzir a MV do sorgo, independentemente do método de controle utilizado. As plantas daninhas prejudicam o crescimento do sorgo por competirem de forma direta por nutrientes, água, luz e indireta por serem hospedeiras de pragas e doenças (ALBUQUERQUE et al., 2012).

O maior acúmulo de Matéria Seca das Folhas (MSF) de sorgo forrageiro ($17,82\ g/planta$) ocorreu no controle com paraquat e espaçamento de 40 cm, decrescendo com aumento dos espaçamentos, porém foi sempre superior aos demais métodos de controle em todos os espaçamentos testados (Figura 4). O aumento dos espaços entre linhas elevou a MSF, apresentando comportamento linear, nos métodos de controle com e sem

capina. Sendo que o controle com capina teve a menor produção em todos os espaçamentos.

A menor proporção de folhas no controle com capina possivelmente ocorreu devido a lesões ocasionadas no colmo e/ou no sistema radicular das plantas de sorgo, prejudicando assim o desenvolvimento. Depois da panícula, as folhas possuem a maior quantidade de nutrientes no sorgo, impactando diretamente no valor nutritivo e consumo de forragens, por serem mais rapidamente digeridas no rúmen em relação ao colmo, (NEUMANN et al., 2002; NEUMANN et al., 2017). Foram encontrados valores médios 1,96, 5,45 e 7,62% de proteína bruta no sorgo para os componentes colmo, folhas e panícula, respectivamente (NEUMANN et al., 2002).

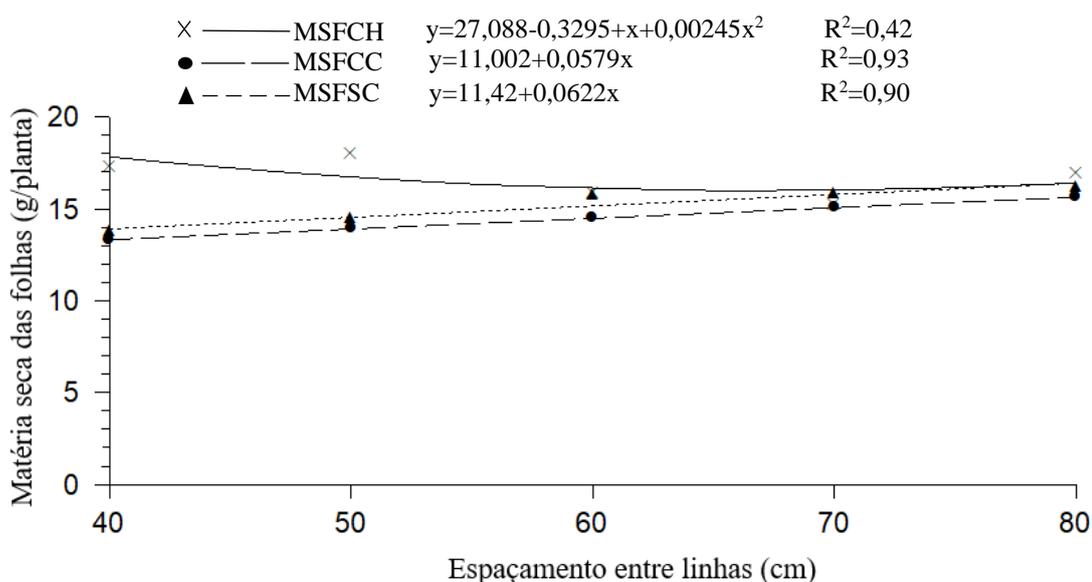


Figura 4. Matéria seca das folhas (g/planta) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. MSFCH = Matéria seca das folhas do sorgo com herbicida; MSFCC = Matéria seca das folhas do sorgo com capina; MSFSC = Matéria seca das folhas do sorgo sem capina.

A produção de matéria seca do colmo mostrou tendência linear para os efeitos dos fatores espaçamento e método de controle das plantas daninhas com paraquat (Figura 5). Onde teve menor proporção no espaçamento de 40 cm (57,51 g/planta).

Todos os métodos de controle apresentaram pouca variação com aumento dos espaçamentos. A maior proporção de colmo foi encontrada no controle sem capina com espaçamento de 80 cm.

A fração colmo é importante principalmente quando o objetivo é a produção de silagem, pois é onde encontra-se a maior concentração de carboidratos solúveis, que é o substrato para a fermentação láctica, responsável pela adequada preservação da massa ensilada (ZANINE et al., 2007).

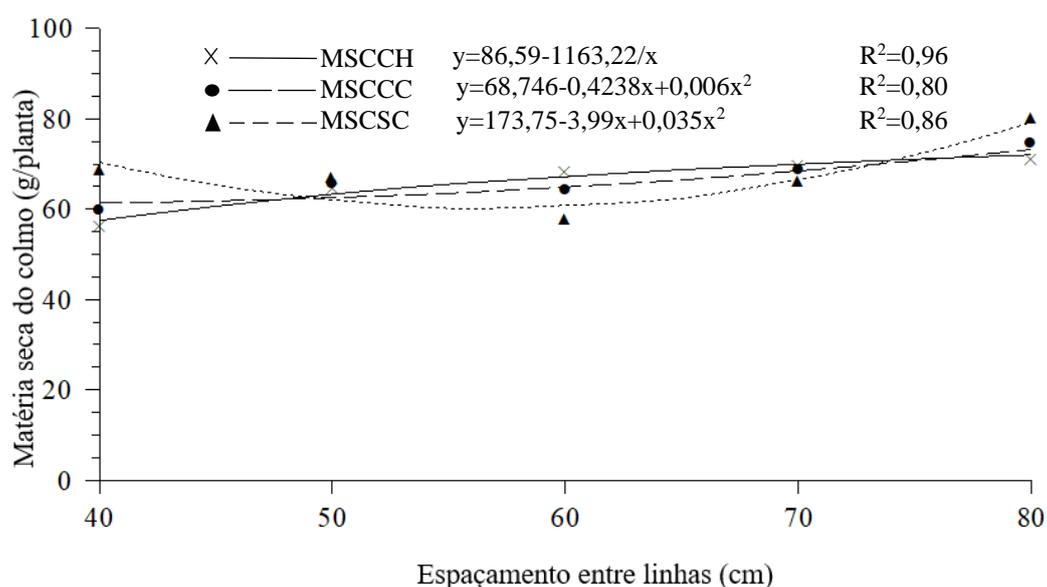


Figura 5. Produção de matéria seca do colmo (g) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. MSCCH =Matéria seca do colmo do sorgo com herbicida; MSCCC= Matéria seca do colmo do sorgo com capina; MSCSC= Matéria seca do colmo do sorgo sem capina.

A Matéria Seca Total (MST) (g/planta) (Figura 6) foi semelhante para todos os tratamentos com espaçamento de 80 cm, o controle sem capina foi o que apresentou maior produção de MST estimada (141,48 g/planta). Os adensamentos das culturas plantadas em linhas sofrem influência da incidência da radiação solar. Com a redução dos espaçamentos entre linhas, a tendência é que ocorra menor produção de MS por planta, e o inverso quando aumenta o espaçamento. Porém, quando a avaliação é feita

por hectare, os menores espaçamentos por terem mais plantas tem maior produção de MS/ha.

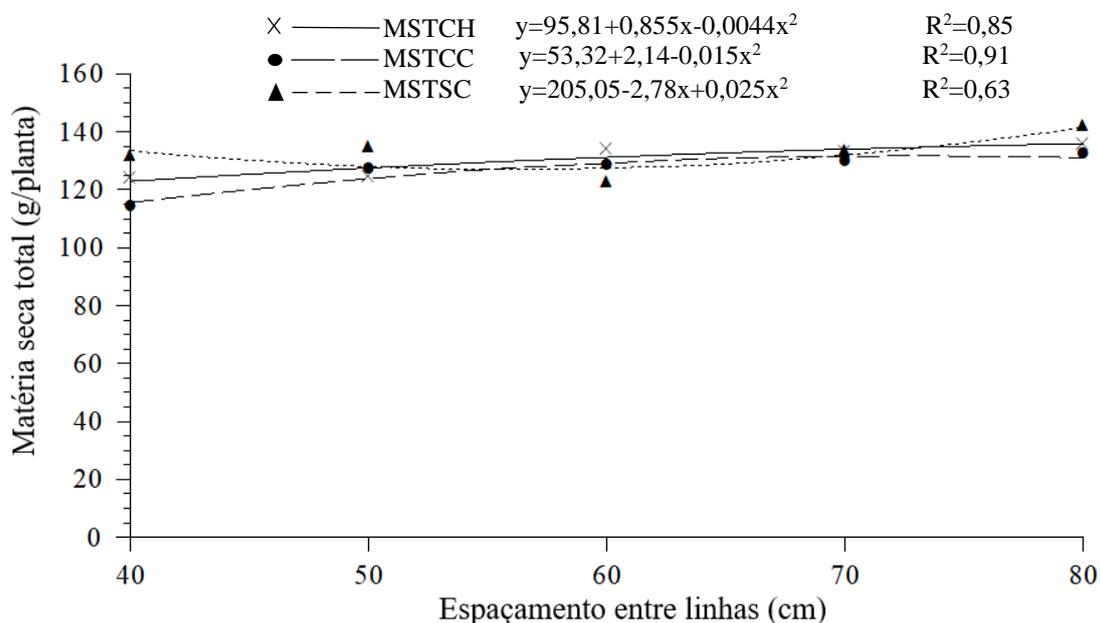


Figura 6. Produção de matéria seca total (g/planta) do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. MSTCH =Matéria seca total do sorgo com herbicida; MSTCC= Matéria seca total do sorgo com capina; MSTSC= Matéria seca total do sorgo sem capina.

Na presente pesquisa a proporção de MS das partes morfológicas da planta na interação de maior produtividade com controle sem capina e espaçamento 80 cm, teve 11,59% de folha, 56,06 % de colmo e 32,35% de panícula. Sendo inferior quando utilizado espaçamentos de 40 (14,50% de folha, 42,72% de colmo e 42,78% de panícula) e 50 cm (14,09 de folha, 49,67 % de colmo e 36,23 % de panícula) com uso do paraquat. Quanto maior for a proporção de folhas e panículas, melhor será a qualidade da forragem fresca e da silagem.

A Área Foliar (AF) foi superior para o método de controle com paraquat nos espaçamentos 40, 50, 60 e 70 cm entre linhas quando comparada ao tratamento com e sem capina (Figura 7). A medida que houve aumento do espaçamento, reduziu-se a área foliar das plantas quando realizado o uso do paraquat. A AF é afetada por fatores como

o arranjo espacial das plantas (STEWART et al., 2003). Isso trata-se de um dos principais fatores que determinam a produtividade, pois está diretamente relacionado com a eficiência fotossintética.

E os espaçamentos reduzidos, promove a distribuição mais equidistante das plantas e possibilita a ocupação mais rápida entre linhas durante o crescimento (KUNZ et al., 2007; SANGOI et al., 2011). Cultivos menos adensados tendem a ter folhas menores, devido à baixa competição por luz, já em cultivos mais adensados as folhas geralmente são maiores devido a maior competição.

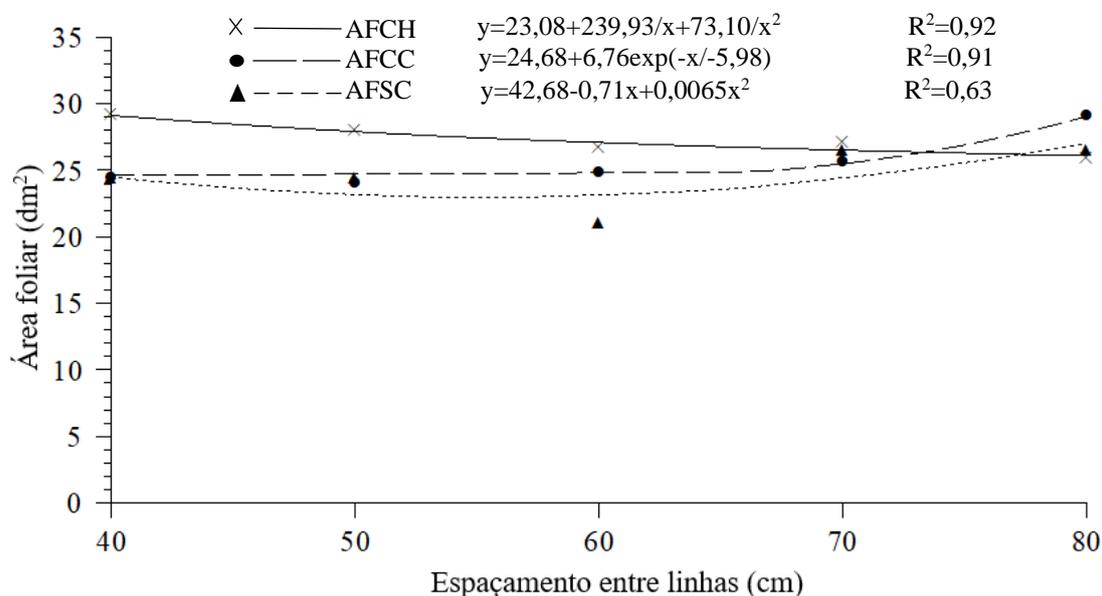


Figura 7. Área foliar do sorgo forrageiro cultivado em diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. AFCH = Área foliar do sorgo com herbicida; AFCC= Área foliar do sorgo com capina; AFSC= Área foliar do sorgo sem capina.

Quando realizado a capina houve maior área foliar quando comparada ao sem capina, para todos os espaçamentos utilizados, e no espaçamento com 80 cm entre linhas ficou superior ao uso do paraquat. A maior área foliar proporciona maior capacidade fotossintética da planta de sorgo forrageiro e consequentemente maior acúmulo de matéria seca. O aumento na densidade é uma das formas mais fáceis e

eficientes de se aumentar a interceptação da radiação solar incidente pela comunidade de plantas de milho (DEMÉTRIO et al., 2008), e por serem fisiologicamente semelhantes, essa técnica pode ser adotada para a cultura do sorgo forrageiro, principalmente, em regiões que tem elevado índice de precipitação anual.

As variáveis que indicam o crescimento vegetal foram avaliadas para o sorgo forrageiro plantado em diferentes espaçamentos e controle de plantas daninhas. Durante o ciclo de vida, o acúmulo de Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) do sorgo forrageiro teve três fases distintas, independente do espaçamento e/ou método de controle de plantas daninhas (Figura 8).

A primeira fase, até os 45 dias após a emergência (DAE) o sorgo apresentou crescimento lento. Na fase inicial o MSPA é menor pois após a emergência, a plântula utiliza a energia liberada na degradação das reservas remanescente da semente, além de não possuir raízes para absorção de minerais e folhas para fotossíntese e absorção de CO₂ (CAIRO et al., 2008).

A planta acelera seu crescimento após a formação do sistema radicular e a emergência das folhas, aumentando a taxa fotossintética e o acúmulo linear da matéria seca (FLOSS, 2011). Essa fase ocorreu a partir dos 45 DAA até aos 75 dias, o acúmulo de matéria seca foi acelerado e após esta fase o crescimento reduzindo até atingir o valor máximo de 140,13 g planta⁻¹. No tratamento pelo método sem capina das plantas daninhas aos 91 dias de cultivo, foi superior aos métodos com herbicida e com capina que tiveram valor máximo de 133,21 aos 93 dias e 129,11 g planta⁻¹ aos 91 dias, respectivamente (Figura 8a).

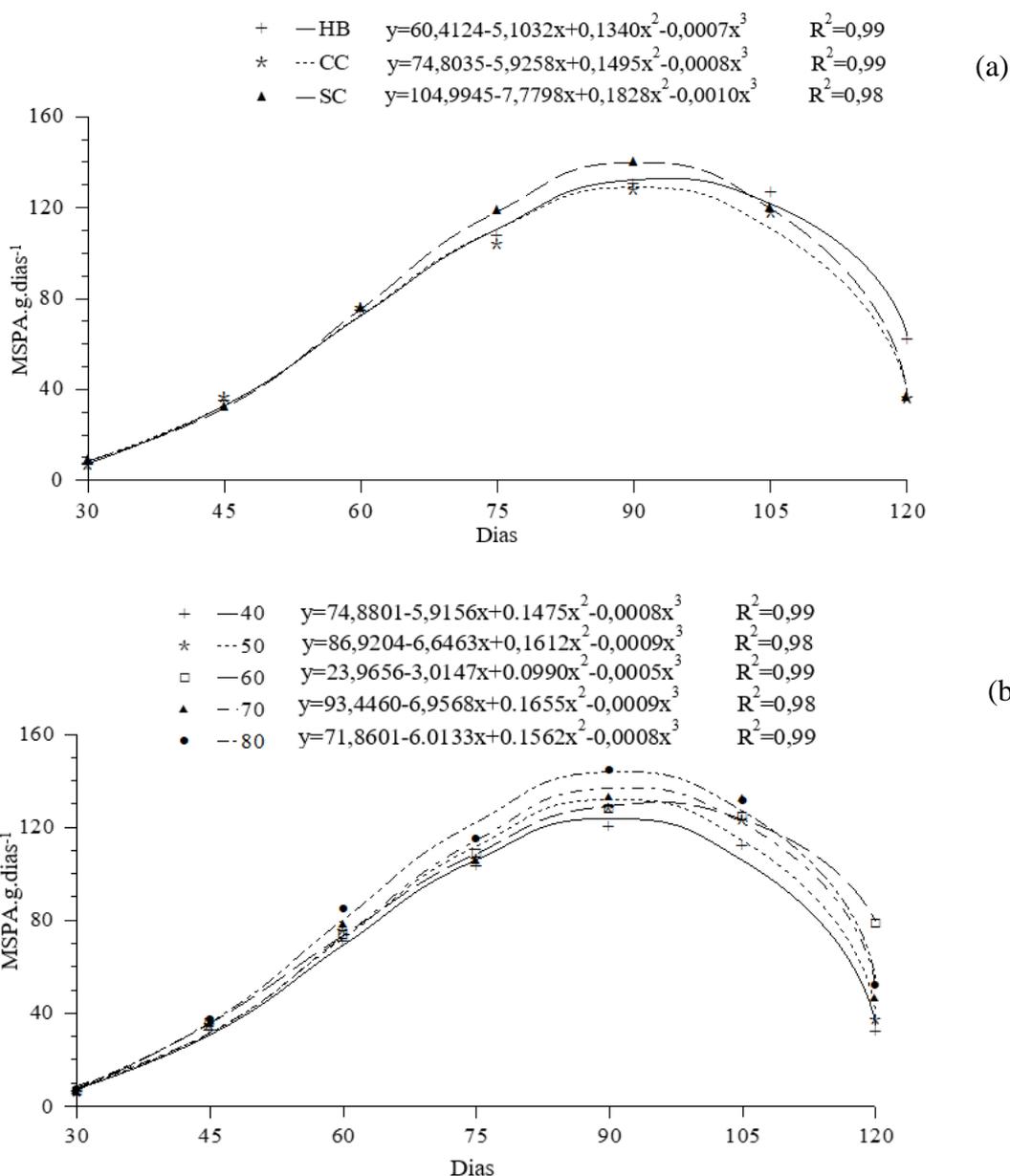


Figura 8. Acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA)) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura. HB= herbicida; CC= com capina; SC= sem capina.

O valor máximo de $144,21 \text{ g planta}^{-1}$ de MSPA foi encontrado no espaçamento de 80 cm aos 92 dias, superior aos demais espaçamentos que tiveram valores máximos de 123,93g e 132,28g aos 92 dias, 130,83g aos 94 dias e 132,41 g aos 92 dias nos espaçamentos de 40, 50, 60 e 70 cm (Figura 8b).

Após atingir o valor máximo de MSPA a tendência foi ter decréscimo com o aumento da idade da planta em todos os métodos de controle e espaçamentos

analisados, caracterizando a terceira fase do crescimento (Figura 8). Com o final do ciclo, o sorgo forrageiro foi perdendo matéria na parte aérea, isso ocorreu provavelmente porque iniciou senescência das folhas e queda dos grãos com o avanço na idade das plantas.

As culturas anuais têm acúmulo de biomassa distintas nas diferentes fases de desenvolvimento, sendo inicialmente lento (10-15%), seguido de incremento acentuado (60-80%) e posteriormente, tornando-se lento novamente (10-15%) na fase final (BENICASA, 2003).

O Índice de Área Foliar (IAF) do sorgo forrageiro também apresentou crescimento lento na fase inicial (Figura 9), momento em que as plantas ainda estavam iniciando a emergência das folhas. Esta fase durou até, aproximadamente 30 dias, e teve o mesmo comportamento para todos os métodos de controle e espaçamentos.

A partir dos 30 dias após a semeadura ocorreu rápido crescimento das plantas, tanto nos métodos de controle quanto nos espaçamentos, se estendendo até os 45 dias, seguido de crescimento lento com tendência a estabilização até atingir o nível máximo de IAF. Com o aumento da idade da planta e a senescência das folhas, sobretudo as basais, houve declínio do IAF até o 120º dia quando as plantas já estavam no final do ciclo (Figura 9).

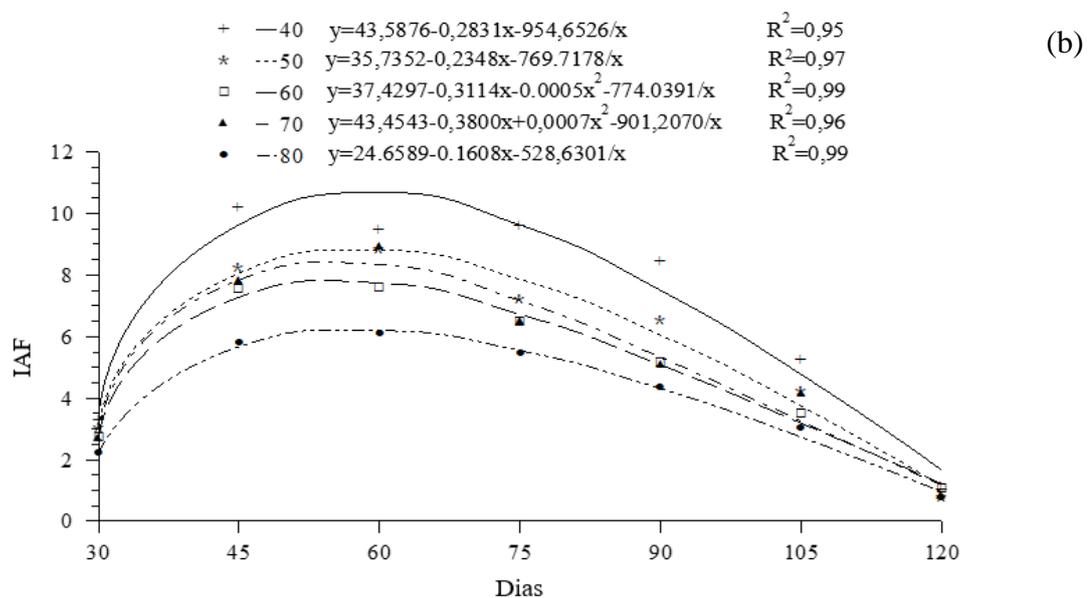
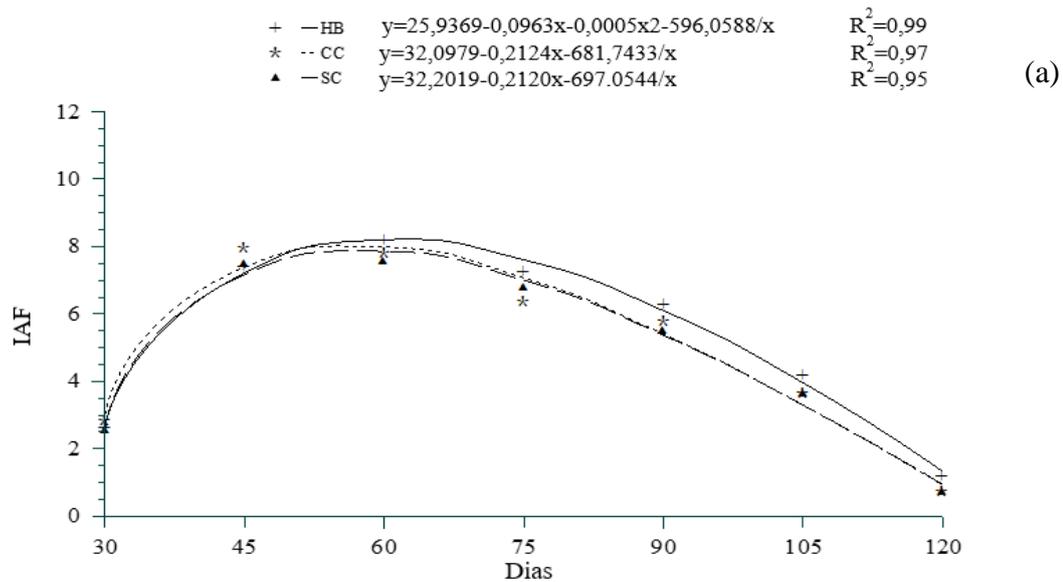


Figura 9. Índice de Área Foliar (IAF) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura. HB= herbicida; CC= com capina; SC= sem capina.

Os métodos de controle com herbicida, com capina e sem capina atingiram o IAF máximo de 8,2 aos 60 dias, 8,02 aos 56 dias e 7,88 aos 57 dias, após a semeadura, com o método de controle com herbicida sendo superior aos demais permanecendo até o final do ciclo (Figura 9a).

Entre todos os espaçamentos analisados, observou-se que o IAF atingiu o máximo entre 55 e 60 dias após a semeadura. O maior índice durante todo o ciclo da cultura foi de 10,70 aos 58 dias após a semeadura, com espaçamento entre linhas de 40 cm. Com o aumento dos espaçamentos houve decréscimo do IAF, onde estes atingiram o IAF máximo de 8,8, 7,8, 8,4 e 6,2 nos espaçamentos de 50, 60, 70 e 80 cm, respectivamente (Figura 9b).

O maior IAF nos menores espaçamentos se deve ao adensamento do sorgo forrageiro, que apresentou mais folhas para ocupar uma grande área de solo. Dessa forma, um alto índice de área foliar pode favorecer maior interceptação luminosa, melhor atividade fotossintética e o acúmulo de massa, além de retardar o crescimento das plantas daninhas que também necessitam de luz para os seus processos fotossintéticos (FAGUNDES et al., 1999; SILVA, 2009).

O tratamento com espaçamento de 80 cm foi o que apresentou menor IAF durante todo o ciclo do sorgo forrageiro e seu maior IAF foi de 6,21 aos 57 dias de cultivo. Um trabalho realizado com milho encontrou-se IAF com valores máximos de 5,3 para espaçamentos de 80 cm e 4,9 para espaçamentos de 40 cm em áreas irrigadas no Rio Grande do Sul (KUNZ et al., 2007), esses resultados foram inferiores aos encontrados nesta pesquisa, atribuídos à menor taxa de expansão celular e ao intenso processo de senescência foliar. Os mesmos autores ainda relatam que o IAF depende da fertilidade do solo, das condições climáticas, do espaçamento e principalmente do genótipo.

A Duração da Área Foliar (DAF), na fase inicial de crescimento foi semelhante para todos os métodos de controle de plantas daninhas e houve acréscimo acentuado até os 45 dias de cultivo (Figura 10). A partir dos 45 dias, o tratamento com herbicida proporcionou maior DAF até o final do ciclo da planta, com valor máximo de 122,28

dias aos 52 dias de cultivo, enquanto os métodos com e sem capina tiveram comportamento iguais dos 60º ao 120º dia (Figura 10a).

Nos tratamentos com espaçamentos, inicialmente houve aumento na DAF até os 45 dias de avaliação (Figura 10b), depois se manteve relativamente estável até os 60 dias e na fase seguinte houve queda da DAF para zero aos 120 dias, isso para todos os espaçamentos. Porém, os menores espaçamentos tiveram maior persistência da superfície assimilatória, em comparação aos maiores. Isso pode favorecer um melhor rendimento do sorgo forrageiro quando cultivado em espaçamentos menores.

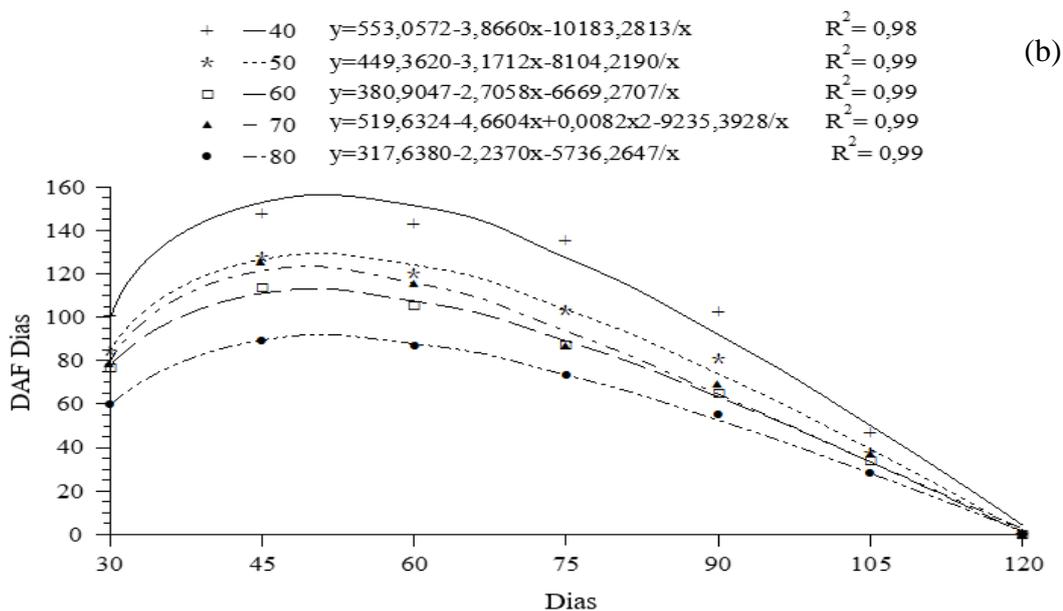
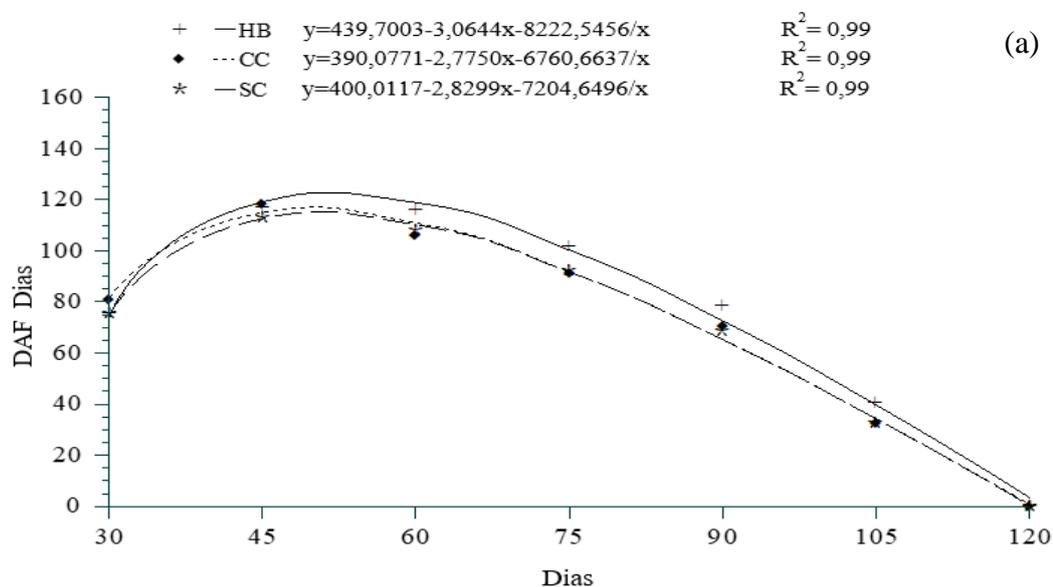


Figura 10. Duração da área foliar (DAF) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura. HB= herbicida; CC= com capina; SC= sem capina.

A redução do espaçamento para 40 cm teve a DAF máxima de 156,22 dias aos 51 dias de cultivo do sorgo forrageiro, com aumento dos espaçamentos teve redução da DAF, exceto do espaçamento de 60 para 70 cm, onde a DAF do espaçamento de 70 cm foi superior. Os valores máximos obtidos nos demais espaçamentos foram de 128,73 dias aos 50 dias de cultivo, 112,23 dias aos 49 dias de cultivo, 122,64 dias aos 48 dias de cultivo e 91,08 dias aos 50 dias de cultivo para os espaçamentos de 50, 60, 70 e 80 cm, respectivamente, sendo o espaçamento de 80 cm com menor DAF.

A DAF depende da disponibilidade de fotoassimilados para sustentar o enchimento de grãos após o período de floração e pode ser afetada tanto pelo excesso como pela falta de fotoassimilados, tendo que existir relação ótima entre fonte e dreno após a floração (SAGOI et al., 2007). No caso de espaçamentos maiores, como os de 80 cm, possivelmente ocorreu elevada relação entre fonte e dreno comum em comunidade vegetal pouco adensado, podendo acelerar a senescência. Isso se deve ao aumento de carboidratos não estruturais nos cloroplastos, que impede a fotossíntese, estimulando a perda de área verde durante o enchimento de grãos (SAGOI et al., 2007).

O sorgo forrageiro quando cultivado em espaçamentos menores, como o de 40 cm entre linhas, pode atingir 65,14 dias a mais da DAF, quando comparado ao espaçamento de 80 cm entre linhas. Isso é importante, principalmente, quando o objetivo é produzir silagem, pois, o material ensilado terá maior composição de matéria verde no material de origem, o que contribui para melhor qualidade da silagem. Além dos menores espaçamentos favorecerem maior interceptação da radiação solar, devido ao maior índice de área foliar e duração da área foliar, refletindo numa maior produção de biomassa por área.

Houve tendência semelhante entre os métodos de controle e espaçamentos para Taxa de Crescimento da Cultura (TCC) (Figura 11). Nos tratamentos de métodos de controle das plantas daninhas, houve aumento até o máximo de 0,59; 0,56 e 0,64 g.dm².dia⁻¹ para os tratamentos de métodos de controle com herbicida, com capina aos 54 dias e sem capina aos 53 dias, nesta ordem. Entretanto posteriormente houve decréscimo na TCC chegando a zero aos 120 dias após a semeadura.

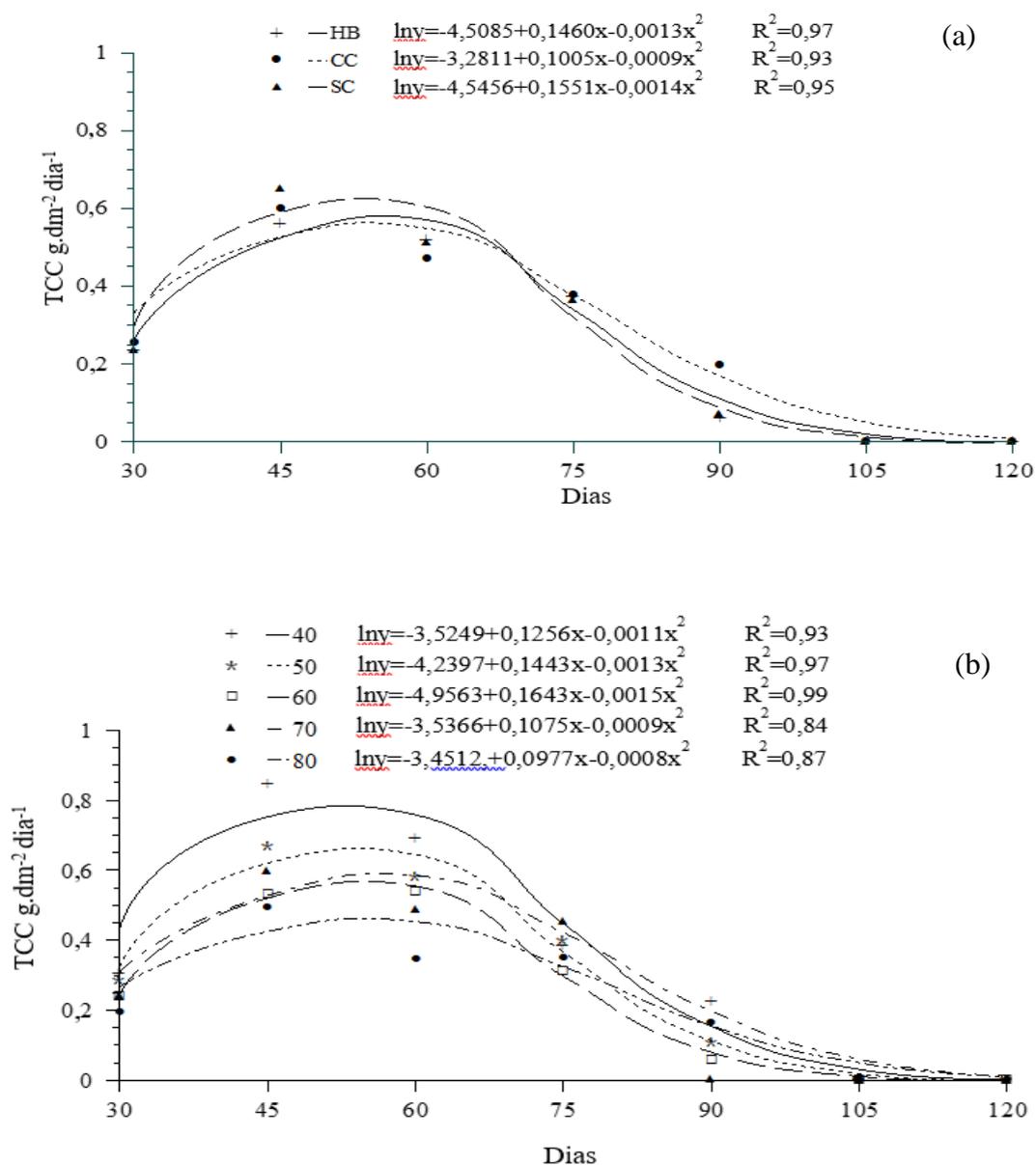


Figura 11. Taxa de Crescimento da Cultura (TCC) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura. HB= herbicida; CC= com capina; SC= sem capina.

Entre os espaçamentos, a maior TCC foi no tratamento de 40 cm (Figura 11b), com incremento máximo de $0,80 \text{ g.dm}^2.\text{dia}^{-1}$ aos 52 dias após a semeadura do sorgo forrageiro. O tratamento com espaçamento de 80 cm foi o que teve a menor TCC, com valor máximo de $0,46 \text{ g.dm}^2.\text{dia}^{-1}$ aos 54 dias após a semeadura. Os demais espaçamentos tiveram crescimento semelhantes com TCC máximo de 0,68 e 0,58 $\text{g.dm}^2.\text{dia}^{-1}$ aos 53 dias, para os espaçamentos 50 e 60 cm e $0,59 \text{ g.dm}^2.\text{dia}^{-1}$ aos 56 dias para o espaçamento 70 cm. Com 60 dias após a semeadura, a tendência foi reduzir a TCC de forma acentuada para todas os espaçamentos analisados chegando a zero aos 120 dias.

A TCC é um indicador de produtividade das culturas (BARBERO et al., 2013). Portanto, quanto maior e mais duradoura for a TCC melhor será o desempenho da cultura nas condições edafoclimáticas submetidas. A TCC é o produto da taxa de assimilação líquida e do índice de área foliar das culturas, e a redução da TCC do sorgo forrageiro ocorreu devido o decréscimo no IAF também, após os 60 dias nos métodos de controle e espaçamentos observados.

A Taxa de Assimilação Líquida (TAL) foi elevada na fase inicial de crescimento e posteriormente, teve decréscimo acentuado, até a última avaliação aos 120 dias quando a cultura já estava finalizando o seu ciclo (Figura 12 a e b).

Para os métodos de controle, o valor de incremento máximo de $0,110 \text{ dm}^{-2}.\text{g.dia}^{-1}$ foi encontrado no método sem capina aos 30 dias após a semeadura. Para os espaçamentos, o valor máximo da TAL de $0,107 \text{ dm}^{-2}.\text{g.dia}^{-1}$ foi aos 30 dias após a semeadura nos tratamentos com espaçamentos de 40 e 50 cm.

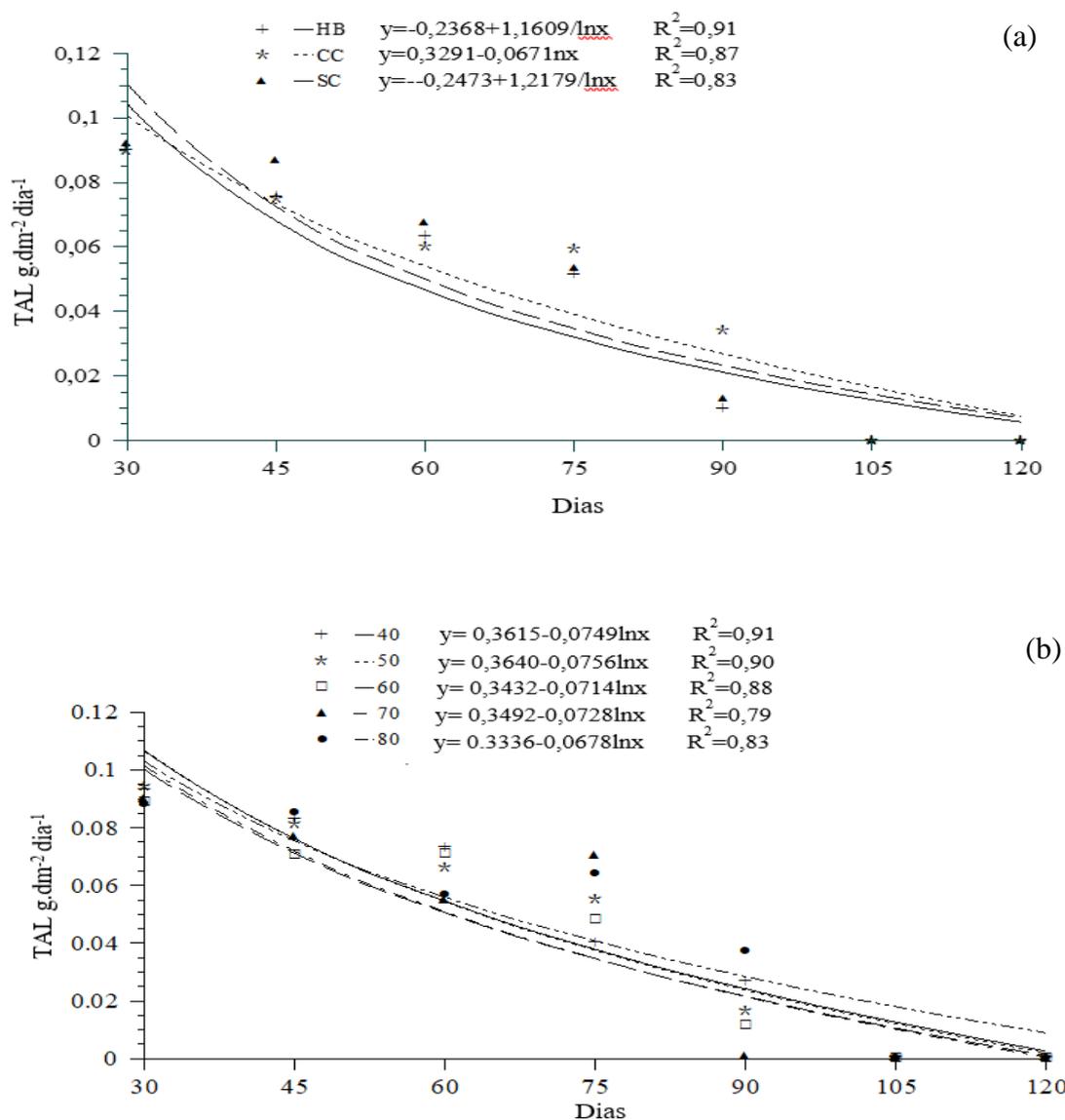


Figura 12. Taxa de assimilação líquida (TAL) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura. HB= herbicida; CC= com capina; SC= sem capina.

Existe relação entre a TAL e IAF, onde são inversamente proporcionais (OLIVEIRA et al., 2000; BARBEIRO et al., 2013). A maior TAL ocorreu na fase inicial de crescimento, devido ao baixo IAF, pois com o aumento do dossel do sorgo forrageiro ocorreu o efeito do autosombreamento, o surgimento de tecidos e estruturas não assimilatórias (panícula e sementes), e com a senescência aumentou-se as perdas

respiratórias da planta reduzindo a TAL próximo de zero, no final do ciclo do sorgo (OLIVEIRA et al., 2000; GARCIA et al., 2008).

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do sorgo forrageiro nos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos apresentaram valores altos no início do crescimento (Figura 13), sendo decrescente com o aumento da idade do sorgo.

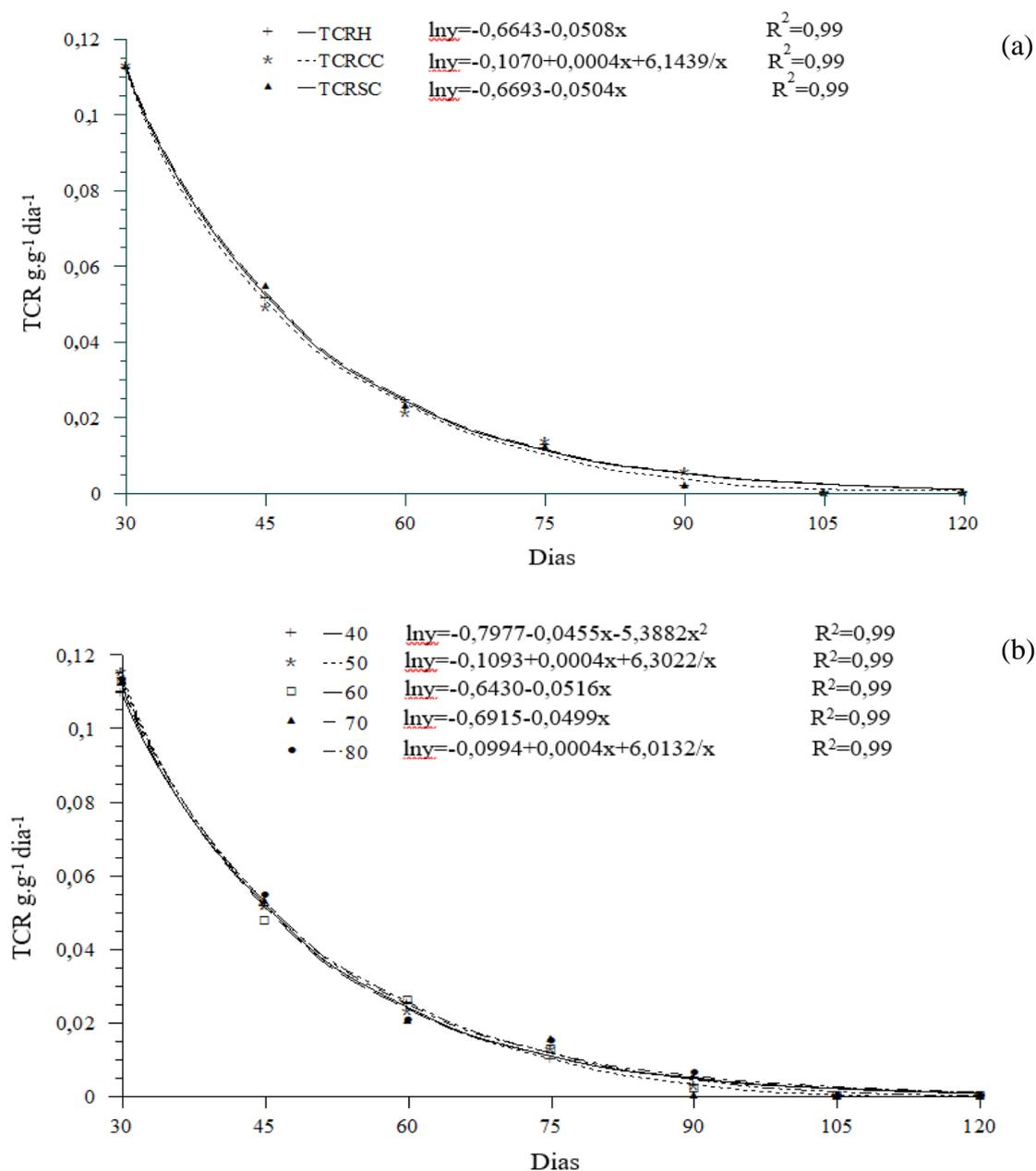


Figura 13. Taxa de crescimento relativo (TCR) do sorgo forrageiro em diferentes métodos de controle de plantas daninhas (a) e espaçamentos (b) em função de dias após a semeadura. HB= herbicida; CC= com capina; SC= sem capina.

Tanto os tratamentos de métodos de controle de plantas daninhas como os espaçamentos, tiveram o mesmo comportamento. Durante o cultivo do sorgo forrageiro apresentaram valores máximos de $0,11 \text{ dm}^{-2} \cdot \text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ aos 30 dias após a semeadura, decaindo drasticamente até zero aos 120 dias. O comportamento da TCR semelhante foi encontrada ao longo do ciclo das plantas de milho nas quais apresentaram, decréscimo em seus valores (SANTOS et al., 2013). A TCR é um dos mais importantes índices de crescimento, pois expressa o aumento da matéria seca das plantas por unidade de peso inicial, em determinado intervalo de tempo (BENINCASA, 2003). Isso mostra que os métodos de controle de plantas daninhas e os espaçamentos tiveram a mesma eficiência de conversão de matéria seca.

A redução na TCR pode ser atribuída ao aumento da matéria seca da planta, com o surgimento de estruturas que não contribuem para o crescimento na medida que a planta vai senescendo (SANTOS et al., 2013; FALQUETO et al., 2009). No caso do sorgo forrageiro, a panícula e os grãos que não possuem atividade fotossintética contribuem para a redução da TCR, além de elevar a atividade respiratória e o autosombreamento (FEY et al., 2010).

CONCLUSÃO

A redução dos espaçamentos entre linhas associado ao controle químico de plantas daninhas com herbicida, proporcionou os maiores rendimentos de matéria seca, matéria verde e maior proporção da matéria seca da folha e menor proporção da matéria seca do

colmo. Além de maiores índices de crescimento, onde foi possível entender e descrever o comportamento do crescimento do sorgo forrageiro.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE CJB, TARDIN FD, PARRELLA RADC, GUIMARÃES ADS, OLIVEIRA RM, & SILVA KMDJ (2012) Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* **11**, 69-85.
- ANDRADE AC, FONSECA DD, LOPES RDS, NASCIMENTO JR DD, CECON PR, QUEIROZ DS, REIS ST (2005) Análise de crescimento do capim-elefante napier adubado e irrigado. *Ciência e Agrotecnologia* **29**, 415-423.
- ANDRES A, CONCENÇO G, SCHWANKE AML, THEISEN G, MELO PTBS (2009) Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo forrageiro em terras baixas. *Planta Daninha* **27**, 229-234.
- ARGENTA G, SILVA PD, BORTOLINI CG, FORSTHOFER EL, MANJABOSCO EA, BEHEREGARAY NETO V (2001) Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **36**, 71-78.
- ASSIRELLI A, LIBERATI P, SANTANGELO E, DEL GA, CIVITARESE V, PARI L (2015) Evaluation of sensors for poplar cutting detection to be used in intra-row weed control machine. *Computers and Electronics in Agriculture* **115**, 161-170.
- AVELINO PM, NEIVA JNM, ARAUJO VL, ALEXANDRINO E, SANTOS AC, RESTLE J (2011) Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. *Revista Ciência Agronômica* **42**, 534-541.
- BANZATTO DA E KRONKA SDN (2013) “Experimentação agrícola” (Funep: Jaboticabal)
- BARBERO LM, PRADO TF, BASSO KC, LIMA LA, MOTTA KM, KRÜGER BC, SILVA GAS (2014) Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. *Veterinária Notícias* **19**, 71-85.
- BENINCASA MMP (2003) “Análise de crescimento de plantas (noções básicas)” (Funep: Jaboticabal)

- BOTELHO PR, PIRES DADA, SALES ECJD, ROCHA JUNIOR VR, JAYME DG, REIS STD (2011) Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* **9** 287-297.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1950. “Fitosociologia; bases para el estudio de las comunidades vegetales”, (Blume: Madrid).
- CAIRO PAR, OLIVEIRA LEM, MESQUITA AC (2008) “Análise de crescimento de plantas” (Edições UESB: Vitória da Conquista).
- CYSNE JR, E PITOMBEIRA JB (2012) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do estado do Ceará. *Revista Ciência Agrônômica* **43**, 273-278.
- DAN HA, CARRIJO MS, CARNEIRO DF, COSTA, KAP, SILVA AG (2010) Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. *Acta Scientiarum-Agronomy* **32**, 675-679.
- DEMÉTRIO CS, FORNASIERI FILHO D, CAZETTA JO, CAZETTA DA (2008) Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(12), 1691-1697.
- FAGUNDES JL, SILVA SC, PEDREIRA CGS, SBRISSIA AF, CARNEVALL RA, CARVALHO CAB, PINTO LFM (1999) Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragens em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. *Scientia Agricola*, **56**, 1141-1150.
- FAROOQ M, NAWAZ A, AHMAD E, NADEEM F, HUSSAIN M, SIDDIQUE K H (2017). Using Sorghum to suppress weeds in dry seeded aerobic and puddled transplanted rice. *Field Crops Research*, **214**, 211-218.
- FELIPE JM, MARTINS D, COSTA NV (2006) Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre cultivares de batata. *Bragantia*, **65**, 615-621.
- FEY R, ZOZ T, STEINER F, CASTAGNARA DD, FERREIRA G (2010) Crescimento inicial de mudas de maracujazeiro amarelo em função de doses crescentes de superfosfato simples. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* **5** 347-353.

- FLOSS EL (2011) “Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê” (Universidade de Passo Fundo: Passo Fundo)
- GANTOLI G, AYALA VR, GERHARDS R (2013) Determination of the critical period for weed control in corn. *Weed Technology* **27**, 63-71.
- GARCIA A, ANDRÉ RGB, GALBIATTI JA, TANNOUS S (2008) Análise de crescimento de uma cultura de milho submetida a diferentes regimes hídricos. *Nucleus*, **5**, 239-251.
- GIZZI G, & GAMBIN BL (2016) Eco-physiological changes in sorghum hybrids released in Argentina over the last 30 years. *Field Crops Research*, **188**, 41-49.
- GRICHAR, WJ., BESLER BA, BREWER KD (2004) Effect of row spacing and herbicide dose on weed control and grain sorghum yield. *Crop protection*, **23**, 263-267.
- HOZAYN M, EL-SHAHAWY TAE, SHARARA FA (2012) Implication of crop row orientation and row spacing for controlling weeds and increasing yield in wheat. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* **6**, 422-427.
- ISHAYA DB, DADARI SA, SHEBAYAN JAY (2007) Evaluation of herbicides for weed control in sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. *Crop Protection*, **26**, 1697-1701.
- KARIMMOJENI H, MASHHADI HR, SHAHBAZI S, TAAB A, ALIZADEH HM (2010) Competitive Interaction between Maize, 'Xanthium Strumarium and Datura Stramonium' Affecting Some Canopy Characteristics. *Australian journal of crop science*, **4**, 684.
- KATHIRESAN RM (2007) Integration of elements of a farming system for sustainable weed and pest management in the tropics. *Crop Protection*, **26**, 424-429.
- KUNZ JH, BERGONCI JI, BERGAMASCHI H, DALMAGO GA, HECKLER, BM M, COMIRAN F (2007) Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **42**, 1511-1520.

- KUVA MA, PITELLI RA, SALGADO TP, ALVES PLCA (2007) Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. *Planta Daninha*, **25**, 501-511.
- LOPES NF, LIMA MGS (2015) Fisiologia da produção (Editora UFV: Viçosa).
- MAGALHÃES PC, SOUZA TC, MAY A, LIMA FILHO OF, SANTOS FC, MOREIRA JAA, LEITE CEP, ALBURQUERQUE CJB, FREITAS RS (2014) Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 58-88, (Editora UFV: Viçosa).
- MARÍN C, E WEINER, J (2014) Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Research*, **54**, 467-474.
- MAY A, CAMAPANHA MM, SILVA AF, FREITAS RS, ALBURQUERQUE CJB (2014) Arranjo de plantas no plantio. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 119-143, (Editora UFV: Viçosa).
- MHLANGA B, CHEESMAN S, CHAUHAN BS, THIERFELDER C (2016) Weed emergence as affected by maize (*Zea mays* L.)-cover crop rotations in contrasting arable soils of Zimbabwe under conservation agriculture. *Crop Protection* **81**, 47-56.
- MOHAMMADI GR, GHOBADI ME, SHEIKHEH-POOR S (2012) Phosphate biofertilizer, row spacing and plant density effects on corn (*Zea mays* L.) yield and weed growth. *American Journal of Plant Sciences* **3**, 425-429.
- MOTA MR, MEDEIROS CM (2002) Balanço hídrico na região de Manaus - AM. *Revista da Universidade do Amazonas. Série Ciências Agrárias* **10**, 73-78.
- NEUMANN M, GHIZZI L, JUNIOR JCH, CARNEIRO MK, REINEHR LL, SPADA CA, MACIEL GS (2017). Produção de forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e épocas de colheita. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **16**, 204-216.
- NEUMANN N, RESTLE J, ALVES FILHO DC, BRONDANI IL, MENEZES LFG (2002) Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento,

- alimentados com silagens de 48 diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Ciência Rural*, **32**, 849-854.
- OLIVEIRA MA, PEREIRA OG, HUAMAN CAM, GARCIA R, CECON PR (2000) Análise de crescimento do capim-bermuda Tifton 85 (*Cynodon* spp.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, **29**, 1930-1938.
- OLIVEIRA ML, BACCARO FB, BRAGA-NETO R, MAGNUSSON WE (2011) Reserva Ducke: a biodiversidade amazônica através de uma grade (PPBio: Manaus).
- PIMENTEL-GOMES F (2009) “Curso de Estatística Experimental” (FEALQ: Piracicaba)
- SANGOI L, SCHMITT A, ZANIN CG (2007) Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de planta. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **6**, 263-271.
- SANGOI L, SCHWEITZER C, SILVA PRF, SCHMITT A, VARGAS VP, CASA RT, SOUZA CA (2011) Perfilamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **46**, 609-616.
- SANTOS RDD, PEREIRA LGR, NEVES ALA, RODRIGUES JAS COSTA CTF, OLIVEIRA GFD (2013) Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, **35**, 13-19.
- SANTOS VM, MELO AV, SIEBENEICHLER SC, CARDOSO DP, BENÍCIO LPF, VARANDA MAF (2013) Índices fisiológicos de plântulas de milho (*Zea mays* L.) sob ação de bioestimulantes. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, **4**, 232-239.
- SANTOS VM, MELO AV, SIEBENEICHLER SC, CARDOSO DP, BENÍCIO LPF, VARANDA MAF (2013) Physiological indices of seedlings of maize (*Zea mays* L.) under the action of biostimulants. *Journal of Biotechnology*, **4**, 232-239, 2013.
- SCOTT BJ, MARTIN P, RIETHMULLER G (2013) Graham Centre Monograph No. 3. Row spacing of winter crops in broad scale agriculture in southern Australia. (NSW Department of Primary Industries: Orange)

- SILVA AA, FERREIRA FA, FERREIRA LR, SANTOS JB (2007) Biologia de plantas daninhas. In. Tópicos em manejo de plantas daninhas. pp 367 (Editora UFV: Viçosa).
- SILVA AF, D'ANTONINO L, FERREIRA FA, FERREIRA LR (2014) Manejo de plantas daninhas. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 188-206, (Editora UFV: Viçosa).
- SILVA PCS, LOVATO C (2008) Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. *Revista da FZVA*, **15**, 15-33.
- SLAUGHTER DC, GILES DK, DOWNEY D (2008) Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and electronics in agriculture*, **61**, 63-78.
- STEWART DW, COSTA C, DWYER LM, SMITH DL, HAMILTON RI, MA BL (2003) Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. *Agronomy Journal*, **95**, 1465-1474.
- ZANINE AM, SANTOS EM, FERREIRA DDJ, PEREIRA OG (2007) Populações microbianas e nutricionais nos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem. *Ciências Agrárias*, **28**,143-150.

CAPITULO II

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DO SORGO FORRAGEIRO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

RESUMO

Objetivou-se determinar a composição química da silagem do sorgo forrageiro sob diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos da parcela foram os espaçamentos (40, 50, 60, 70,80 cm entre linhas) e na subparcela os métodos de controle de plantas daninhas (herbicida, capina com enxada e sem capina). O tratamento com controle químico foi com Paraquat na dose de 400 g ha⁻¹ nas entrelinhas do sorgo no trigésimo dia após a semeadura. A silagem foi produzida em silos experimentais de PVC de 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro com densidade de 600 kg/m³. Os silos foram abertos 30 dias após a vedação. Nas análises da composição química do material de origem e da silagem o controle de plantas daninhas com paraquat aliado aos espaçamentos (40, 50, 60 cm) mostrou-se eficiente para produzir silagem de qualidade, com teores superiores de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e inferiores da fibra em detergente neutro (FDN). Todos os tratamentos apresentarem teores adequados de matéria seca no material de origem na ensilagem. Na silagem ocorreu maior concentração de nutrientes como PB, MM, FDN quando realizado o controle de plantas daninhas com paraquat e utilização dos menores espaçamentos. É indispensável o controle das plantas daninhas na cultura do sorgo com uso do paraquat e aliar esse método ao aumento da densidade de plantio do sorgo forrageiro na Amazônia Central, para produzir silagem de qualidade.

Palavras-chave: Conservação, forrageira, herbicida,

CHAPTER II

CHEMICAL COMPOSITION OF SILAGE OF FORAGE SORGHUM UNDER DIFFERENT SPACES AND METHODS OF CONTROL OF WEEDS

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the chemical composition of forage sorghum silage under different spacing and weed control methods. The experimental design was in randomized blocks, in subdivided plots with four replicates. The treatments of the plot were the spacings (40, 50, 60, 70.80 cm between rows) and the weed control methods (herbicide, hoe weeding and no weeding) in the subplot. The treatment with chemical control was with Paraquat at the dose of 400 g ha⁻¹ between the lines of sorghum on the thirtieth day after sowing. The silage was produced in experimental silos of PVC of 50 cm of height by 10 cm of diameter with density of 600 kg / m³. The silos were opened 30 days after sealing. In the analysis of the chemical composition of the source material and silage, the control of weeds with paraquat allied to the spacings (40, 50, 60 cm) showed to be efficient to produce quality silage with higher levels of crude protein (CP) mineral matter (MM) and lower levels of neutral detergent fiber (NDF). All treatments presented adequate dry matter content in the material of origin in the silage. In the silage, there was a higher concentration of nutrients such as CP, MM, NDF when weed control with paraquat and use of the smaller spacings. It is indispensable to control weeds in the sorghum crop using paraquat and to combine this method with increasing the density of forage sorghum planting in Central Amazonia to produce quality silage.

Key words: Conservation, forage, herbicide.

INTRODUÇÃO

A pecuária das várzeas na Amazônia Central é caracterizada por sistema extensivo de pastagens nativas (PERIN et al., 2009), havendo dificuldade para alimentar o rebanho no período das cheias dos rios. Nesses períodos, os criadores utilizam “*marombas*” (currais suspensos) para confinar os animais, até as pastagens de várzea se tornarem acessíveis, ou alternativamente transportam os rebanhos para pastagens de terra firme, geralmente cultivadas (NODA et al., 2007; CASTRO et al., 2009).

As pastagens de terra firme, em sua maioria, são manejadas de forma extensiva com baixa capacidade de suporte, principalmente na época de estiagem. Estas após alguns anos de uso são abandonados devido ao manejo inadequado e consequente perda de produtividade, com empobrecimento do solo, o que leva a fração crescente de pastagens degradadas (ROCHA et al., 2016), acarretando na necessidade de abertura de novas áreas para implantação de novas pastagens.

Para reduzir a degradação das pastagens e consequente abertura de novas áreas, é preciso utilizar técnicas que visam suprir as exigências nutricionais dos animais na época de escassez forrageira. A conservação de alimentos na forma de silagem é uma alternativa para minimizar os problemas com a falta de volumoso devido a sazonalidade da produção de forragem (LIMA et al., 2010).

A ensilagem baseia-se na fermentação por Bactérias Ácido Lácticas (BAL) que convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico, ocasionando redução de pH e como consequência a silagem entra em processo de estabilização, ocorrendo a inibição de microrganismos indesejáveis como as bactérias do gênero *Clostridium* (McDONALD et al., 1991; FILYA et al., 2000; WEINBERG et al., 2010).

As silagens de alta qualidade são resultado de rápida e eficiente fermentação, preservando os nutrientes da cultura ensilada. Essa qualidade depende do valor nutritivo da forragem e de suas características para ensilar como teor de matéria seca, carboidratos solúveis, populações microbianas desejáveis e baixa capacidade tampão do material ensilado (JOBIM & NUSSIO, 2013; SILVA et al., 2017). Além de fatores relacionados a ensilagem como a época de corte, compactação, tamanho de partícula e vedação do silo (JOBIM & NUSSIO, 2013).

O sorgo forrageiro apresenta características adequadas para ser ensilado, pois apresenta bom rendimento de matéria seca e elevado valor nutricional, semelhante ao milho que é considerado a planta padrão para ensilagem (NASCIMENTO et al., 2008), além da alta concentração de carboidratos solúveis (NEUMANN et al., 2002), e baixa capacidade tampão (PODKÓWKA et al., 2011), condições fundamentais para confecção de silagens de alta qualidade. Além de ser um cultivo adaptado às diversas condições ambientais.

O sorgo forrageiro apresenta rusticidade e resistência as variações edafoclimáticas (DAN et al., 2010; CYSNE & PITOMBEIRA, 2012) e consegue produzir sob condições desfavoráveis à maioria dos outros cereais (MAGALHÃES et al., 2014). Tem crescimento rápido, bom rendimento e forragem de qualidade. Entretanto, para expressar seu potencial máximo é necessário o uso de técnicas que auxiliem na busca por maiores produtividades. Dentre essas técnicas destaca-se a escolha do arranjo espacial adequado que é determinante para o melhor crescimento e desenvolvimento do sorgo (ARGENTA et al., 2001; HOZAYN et al., 2012), além de auxiliar no controle das plantas daninhas, em função das vantagens competitivas do sorgo sobre essas plantas ((HOZAYN et al., 2012; SCOTT et al., 2013; MARÍN & WEINER, 2014).

As plantas daninhas merecem atenção especial, pois influenciam diretamente na produtividade das culturas, competindo por água, luz e nutrientes. Para evitar essa competição é necessário realizar o controle dessas plantas, que podem ser realizados por diferentes métodos, como químico e mecânico. Estas devem ser manejadas de forma adequada principalmente no início do crescimento evitando perdas de produtividade e qualidade do produto colhido.

Informações sobre o efeito da densidade de plantio e dos métodos de controle de plantas daninhas podem agregar conhecimento sobre a melhor prática a ser adotada para obter elevados rendimentos de forragem de qualidade na cultura do sorgo forrageiro no Amazonas. Desta forma, objetivou-se determinar composição química da silagem do sorgo forrageiro sob diferentes espaçamentos e métodos de controle de plantas daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental da UFAM localizada na rodovia Br 174 km 922, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Federal do Amazonas na Faculdade de Ciências Agrárias, ambos no município de Manaus, no Estado do Amazonas. O experimento com silagem de sorgo foi realizado em dois anos e consecutivos, sendo o plantio em fevereiro de 2015 e 2016 e ensilagem em maio. A cultivar de sorgo forrageiro semeado foi o híbrido AG 4420.

O clima na região é quente e úmido correspondente ao Amwm conforme a classificação de Köppen (1936), umidade relativa entre 70 e 90% e precipitação anual de 1.750 a 2.500 mm (MOTA & MEDEIROS, 2002; OLIVEIRA et al., 2011).

Os dados do balanço hídrico durante a pesquisa foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 1). A análise de solo da área experimental classificado como Argissolo Amarelo Distrófico de textura muito argilosa na profundidade de 0 cm a 20 cm indicou os seguintes atributos: pH (H²O) 5,24; 5,87 mg dm⁻³ de P; 31,0 mg dm⁻³ de K; 0,36 cmolc dm⁻³ de Al; 2,59 cmolc dm⁻³ de H + Al; 1,45 cmolc dm⁻³ de Ca; 0,48 cmolc dm⁻³ de Mg; 4,30 dag kg⁻¹ de MO; 3,15 mg dm⁻³ de Zn; 154 mg dm⁻³ de Fe; 3,03 mg dm⁻³ de Mn; 0,54 mg dm⁻³ de Cu; 80 g kg⁻¹ de areia; 227 g kg⁻¹ de silte; e 686 g kg⁻¹ de argila.

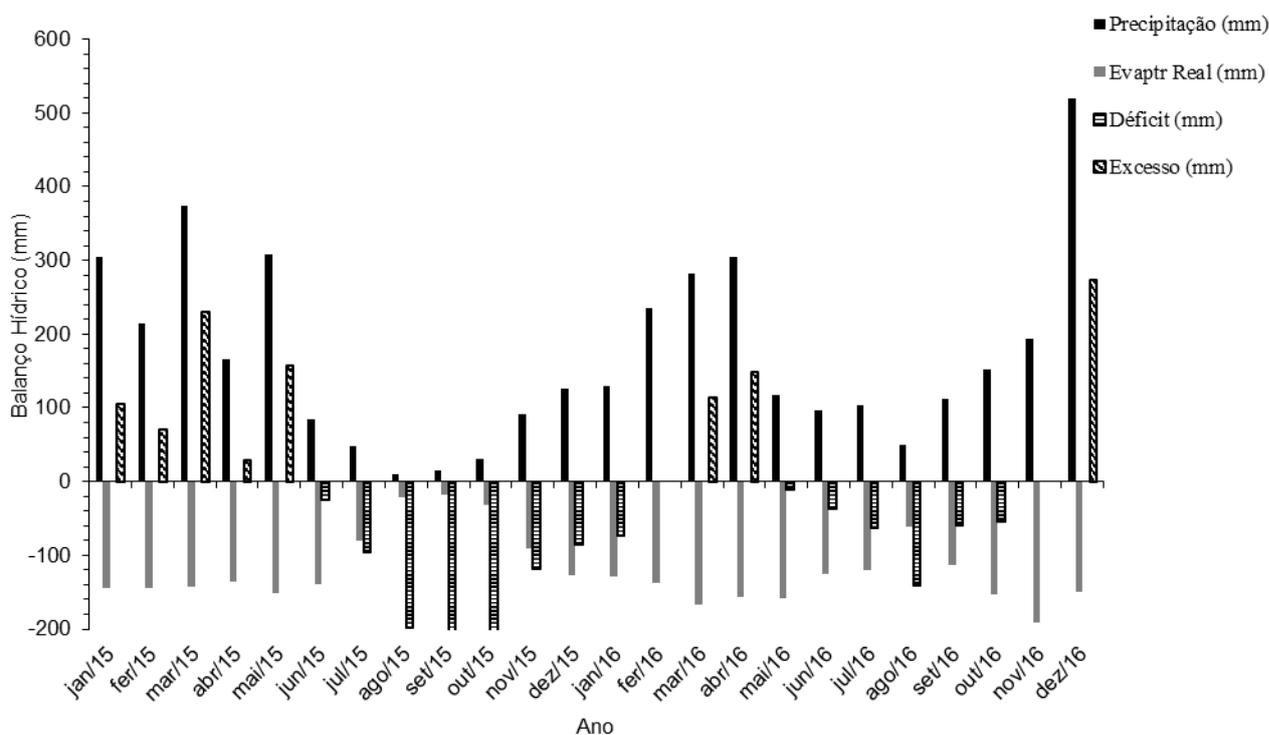


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico da região de estudo durante os períodos experimentais, nos anos agrícolas de 2015 e 2016. Fonte: Dados da Rede do Inmet. Manaus, AM, 2017.

A correção e a adubação do solo foram de acordo com a indicação da análise química do solo e as exigências da planta de sorgo forrageiro. O plantio foi no período

chuvoso no mês de fevereiro nos anos de 2015/2016 com semeadora Manual ecm Multi-Star outils wolf ajustada para 17 sementes m^{-1} e aos 15 dias após o plantio fez-se o desbaste para 13 plantas m^{-1} .

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Os tratamentos da parcela foram os espaçamentos (40, 50, 60, 70, 80 m entre linhas) e na subparcela os métodos de controle de plantas daninhas (herbicida, capina manual com enxada e sem capina). O tratamento de controle químico foi com o 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridílio dicloreto (Paraquat) na dose de 400 g ha^{-1} nas entrelinhas do sorgo. A aplicação foi com pulverizador costal, elétrico, com pressão constante 30 lb pol^{-2} , equipado com bico tipo leque 80.02 e volume de calda de 150 L ha^{-1} . No momento da aplicação a velocidade do vento era de 7 kmh^{-1} , umidade relativa de 78% e temperatura de 29° C. A capina foi na entrelinha do sorgo com enxada.

O corte do sorgo para ensilagem ocorreu no estágio fenológico do grão na fase de farináceo mole. Isto ocorreu aos 90 dias após o plantio e teor de MS de aproximadamente 35%. No momento do corte foram descartadas as bordaduras, segundo SILVA et al., (1991). Para homogeneidade do tamanho de partícula utilizou-se a colhedora de forragem JF C-120 regulada para o tamanho de partícula de 1,5 cm. Na ensilagem foi retirada uma amostra do material de origem para realização das análises de composição química. Em seguida o material foi compactado em silos experimentais de PVC de 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro até atingir densidade de 600 kg/m^3 , em seguida pesados para determinação de perdas de MS (SCHIMIT, 2006), posteriormente vedados com lona plástica. Os silos foram abertos 30 dias após a vedação, onde se realizou o descarte de silagem no painel dos silos, para efeito de contaminação por fungos, mofos e bolores. De posse da amostragem mediu-se o pH da silagem.

A silagem utilizada para análises química foi retirada do terço médio dos silos experimentais e em seguida seca em estufa de circulação forçada até peso constante a temperatura de 55° C. Este material foi moído em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1,0 mm de diâmetro.

As análises químicas do material de origem foram determinadas: o teor de matéria seca (MS), a matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) descritas por Silva & Queiroz (2012). As determinações de FDN e FDA foram de acordo com os métodos proposto por Van Soest et al. (1991).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados os quadrados médios do resíduo. A relação entre os quadrados médios dos resíduos foi menor que 7 e por esta razão as análises dos dados dos dois anos do experimento foi conjunta (BANZATO, 2013; PIMENTEL, 2009). Em seguida, fizeram-se as medias somente para as características que foram significativas para o teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância conjunta envolvendo os dois anos, no material de origem do sorgo forrageiro, teve diferença significava ($p < 0,05$) para as variáveis de Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Matéria Mineral (MM) (Tabela 1). Na análise dos diferentes métodos de controle de plantas daninhas, observou-se que as plantas de sorgo forrageiro tiveram menor teor de MS com 30,36%, quando o controle de plantas daninhas foi realizado com paraquat. Para os métodos de controle de plantas daninhas com capina e sem capina não diferiram ($p > 0,05$). Quanto aos espaçamentos, o menor teor de MS foi encontrado com espaçamento de 60 cm com 30,39%, e o maior com 40 e 70 cm com 32,46% e 32,68%, respectivamente.

Na análise de interação entre os métodos de controle e os espaçamentos, o teor de matéria seca variou de 28,72% com espaçamento de 60 cm e capina até 34,16% com espaçamento de 40 cm entre linhas e sem capina, com isso todos os espaçamentos estavam dentro da margem do teor de MS considerada ideal para ensilagem, que deve ser entre 28 a 40% de MS. Valores inferiores a 28% levam a perdas significativas de nutrientes por efluentes, além da ação de microrganismos indesejados como os do gênero *Clostridium* que produzem o ácido butírico, resultando na degradação da proteína e do ácido láctico. E quando for superior a 40% podem ocorrer problemas de compactação, favorecendo a presença de ar dentro do silo (SILVA et al., 2014; JOBIM & NUSSIO, 2013; AMARAL et al., 2008). Além disso, pode faltar água para os microrganismos manterem sua atividade (SILVA et al., 2017; KHAN et al., 2015). Os teores de umidade encontrado independentemente do método de controle e do espaçamento utilizado, estavam dentro dos padrões considerados ótimos, para garantir fermentação adequada dentro do silo.

Tabela 1: Composição química do material de origem do sorgo forrageiro submetido a diferentes métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

Parâmetros (%)	Métodos de controle	Espaçamento (cm)					Média
		40	50	60	70	80	
MS	Paraquat	29,83bB	30,08bB	29,64bB	32,42abA	29,83bA	30,36b
	Com Capina	33,10aAB	33,25aAB	28,72bC	33,85aA	31,79aB	32,14a
	Sem Capina	34,16aA	33,46aAB	32,81aAB	31,76bB	31,83aB	32,80a
	Média	32,37A	32,26AB	30,39C	32,68A	31,15BC	
	CV (%)						4,66
M.M	Paraquat	5,18aB	4,24abAB	5,76aA	5,16aA	4,71aA	5,01a
	Com Capina	4,01bB	4,46aA	4,51bB	3,76bB	3,94bB	4,13b
	Sem Capina	4,27Bb	3,93abB	3,72cC	3,75bB	4,03bB	3,94c
	Média	4,49AB	4,21B	4,66A	4,22B	4,22B	
	CV (%)						8,10
PB	Paraquat	10,37aA	9,75aAB	9,80abAB	9,39bBC	9,07aC	9,67a
	Com Capina	9,87aAB	9,57aAB	10,00aAB	10,16aA	9,38aB	9,80a
	Sem Capina	9,29bA	9,48aA	9,37bA	8,98bAB	8,45bB	9,11b
	Média	9,84A	9,60A	9,72A	9,51A	8,97B	
	CV (%)						4,77
FDN	Paraquat	55,59aA	55,63aA	56,03aA	54,61abAB	52,10aB	54,79a
	Com Capina	50,69bB	52,27bB	58,71aA	52,60bB	53,44aB	53,54a
	Sem Capina	55,65aA	49,78bB	46,63bB	55,80aA	53,36aA	52,24b
	Média	53,98A	52,56A	53,79A	54,34A	52,97A	
	CV (%)						4,49
FDA	Paraquat	34,96aAB	36,52aA	36,30aA	34,29aB	36,38aA	35,69a
	Com Capina	32,67bC	35,88aA	37,55aA	31,85bC	35,03aB	34,59b
	Sem Capina	36,60aA	29,58bB	36,17aA	35,19aA	30,93bB	33,69c
	Média	34,75B	33,99B	36,67A	33,78B	34,11B	
	CV (%)						4,54

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Proteína Bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), Matéria Seca (MS)

A matéria mineral das plantas de sorgo antes da ensilagem teve influência dos métodos de controle de plantas daninhas, independente do espaçamento, sendo o método com uso do paraquat o mais eficiente, pois na média geral teve mais minerais presentes nas plantas, seguido pelo método com uso da capina e a menor quantidade de minerais foi encontrada quando as plantas daninhas conviveram com a cultura do sorgo durante todo o ciclo produtivo (Tabela 1). Quando é realizado o controle com paraquat e com capina, as plantas daninhas mortas ficam na entrelinha da cultura, com isso tem seus nutrientes reaproveitados pela cultura, situação que não ocorre quando não é realizado o controle das plantas daninhas. Dessa forma, o uso do paraquat e da capina que apresentaram maior presença de minerais em sua composição pode ser explicado pela abundante precipitação durante a pesquisa, que possivelmente proporcionou um aumento da mineralização da matéria orgânica do solo e a absorção de nutrientes pelas plantas (DJAMAN et al., 2013). Quanto aos espaçamentos, o que teve maior média foi o de 60 cm entre linhas, com 4,66%.

Já para interação entre métodos de controle e espaçamentos, ficou evidente que o controle das plantas daninhas, principalmente com uso do paraquat, as plantas de sorgo acumularam mais minerais, isso ocorreu porque houve redução das plantas daninhas e diminuição na competição por nutrientes presentes no solo ou oriundos da adubação. Em todas as interações, o uso do paraquat foi superior, exceto para o espaçamento de 50 cm, que foi igual ao método com capina (Tabela 1).

Quando realizado o controle de plantas daninhas, seja pelo uso do paraquat quanto pela capina, apresentaram teores superiores de PB no material de origem do sorgo forrageiro com 9,67% e 9,80%, na matéria seca, respectivamente. E o método sem capina apresentou 9,11%, sendo inferior aos métodos que foram realizados o controle. Para os espaçamentos, não houve diferença estatística ($p > 0,05$). Para interação, os teores de

proteína bruta variaram de 8,45 a 10,37%, sendo a menor média no espaçamento de 80 cm entre linhas sem capina e maior com espaçamento de 40 cm com uso do paraquat (Tabela 1). Bons valores de proteína bruta também foram encontrados quando utilizou-se a capina como método de controle, com médias variando de 9,38% no espaçamento de 80 cm a 10,16% no espaçamento de 70 cm (Tabela 1).

A proteína é o segundo nutriente mais exigido pelos ruminantes, o suplemento deste nutriente deve atender as exigências dos microrganismos ruminais, e quando este, não é atendido pode ocorrer limitações no crescimento microbiano, prejudicando assim o desempenho animal (VALADARES et al., 1997). O teor de PB recomendado para que ocorra fermentação adequada no ruminante está na faixa de 6 a 8% para manutenção (VAN SOEST, 1994). O NRC (1984) recomenda teores de 12% de PB para bovinos em terminação. Neste sentido, a concentração de nutrientes, dentre eles, a proteína bruta, é considerada um parâmetro para determinar a qualidade de uma forrageira.

Os teores de PB nas plantas de sorgo forrageiro ficaram acima de 7% para todos os tratamentos, e isso é importante para obter silagem com bons valores de PB. Vale salientar que o controle realizado com herbicida ou capina com enxada, teve teor de PB superior ao tratamento que não foi realizado o controle das plantas daninhas. Em pesquisa realizada com milho foi encontrado valores de 6,7% de PB no material de origem (CAVALCANTE, et al., 2009), sendo inferior aos valores encontrados na presente pesquisa.

Assim como neste trabalho, em pesquisa com densidades de 60, 70, 80 e 90 mil sementes/ha de milho em época de precipitação abundante, concluiu-se que a densidade não afetou o valor nutritivo da matéria verde do milho destinado à silagem (FERREIRA et al., 2014).

Para Fibra em Detergente Neutro (FDN), os teores superiores foram encontrados quando utilizado o paraquat como método de controle e os inferiores sem capina. Entre os espaçamentos não houve diferença estatística ($p > 0,05$). Para a interação houve diferença ($p < 0,05$), teve variação de 46,63% a 58,71% para o espaçamento 60 cm entre linhas, com paraquat e com capina respectivamente, não havendo um padrão. E os espaçamentos e os métodos de controle das plantas daninhas tiveram pouca influência nos teores de FDN.

A Fibra em Detergente Ácido (FDA) diferiu ($p < 0,05$) tanto para os espaçamentos quanto para os métodos controle, além da interação entre eles. Para os métodos de controle, a maior FDA foi encontrada quando feito o uso paraquat (35,69%), seguida do tratamento com capina (34,59%), e a menor FDA foi encontrada quando não foi realizado o controle das plantas daninhas (tabela 1). Resultados diferentes foram encontrados na cultura do milho cultivado em monocultivo e em consócio, onde o monocultivo mostrou valores inferiores da FDA (24,2%) e valores superiores foram encontrados quando o plantio foi realizado em consócio do milho com Capim-Guiné (COSTA et al. 2017).

Entre os espaçamentos, a maior FDA foi no 40 cm (34,75%) e 60 cm (36,67%), e os demais espaçamentos 50, 70 e 80 cm entre linhas foram semelhantes. Na interação entre os tratamentos e os métodos de controle houve variação na FDA, não apresentando padrão de crescimento ao aumentar o espaçamento, realizando ou não o controle das plantas daninhas, essa variação foi de 29,58% no espaçamento de 50 m sem capina a 37,55% no espaçamento de 60 cm com capina.

O sorgo forrageiro, assim como qualquer planta quando ensilada, pode sofrer alterações na sua composição química, em razão dos procedimentos adotados para a sua conservação e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem na silagem. E dependendo do padrão de fermentação pode afetar a concentração de nutrientes e a ingestão pelo animal (JOBIM et al., 2007). Sendo assim, devido a essa alteração na

composição química, o tempo de fermentação deve ser rápido para que não ocorra elevada produção de álcoois, ácido butírico, amônia, aminas e ácido acético, proporcionando maiores perdas de silagem (SILVA et al., 2017).

A composição química da silagem encontra-se na tabela 2. Para variável pH, não houve diferença estatística ($p>0,05$) na interação entre espaçamentos, nos métodos de controle de plantas, e para os espaçamentos de forma isolada. Houve diferença entre os métodos de controle de plantas daninhas, onde o pH mais elevado foi encontrado quando realizado o método de controle de plantas daninhas com paraquat (3,98), e o menor pH (3,91) foi encontrado quando não realizado a capina. Mas, independentemente do método de controle e dos espaçamentos utilizados, o pH da silagem desta pesquisa ficou dentro dos padrões considerados ótimos, que varia de 3,7 a 4,2 (FRANÇA et al., 2011), indicando que ocorreu produção de ácido láctico proveniente da fermentação, o que permitiu rápida redução do pH, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis (FERREIRA et al., 2011).

Os ácidos láctico e acético juntamente com pH baixo, são inibidores de vários microrganismos aeróbicos (MUCK, 2010). O pH dentro dos padrões de 3,7 a 4,2 ocorreu devido ao sorgo forrageiro possuir características excelentes para ser ensilado, como o elevado teor de carboidratos solúveis. Além de todos os procedimentos de ensilagem terem sido realizados da maneira correta, favorecendo a fermentação.

Tabela 2: Composição química da silagem de sorgo forrageiro submetido a diferentes métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

Parâmetros	Métodos de controle	Espaçamento (cm)					Média
		40	50	60	70	80	
pH	Paraquat	4,0aA	3,93aA	3,90aA	4,03aA	4,05aA	3,98a
	Com Capina	3,93aA	3,89aA	3,86aA	4,00aA	3,93aA	3,93ab
	Sem Capina	3,88aA	3,99aA	3,88aA	3,90aA	3,91aA	3,91b
	Média	3,94AB	3,94AB	3,88B	3,97A	3,96AB	
	CV (%)						2,92
MS (%)	Paraquat	31,58bBC	35,30aA	32,59aB	32,78aB	30,01cC	32,45a
	Com Capina	33,87aA	33,55bA	31,49aB	33,23aA	33,69aA	32,51a
	Sem Capina	33,54aAB	33,08bAB	29,49bC	34,37aA	32,05bB	33,16a
	Média	33,00AB	33,97A	31,19C	33,46A	31,92BC	
	CV (%)						4,27
MM (%)	Paraquat	4,61aA	4,20aA	4,02bA	4,18aA	4,45aA	4,29a
	Com Capina	4,53aAB	3,93aBC	4,65aA	4,48aAB	3,73bC	4,26a
	Sem Capina	4,11aAB	3,80aBC	4,58aA	3,62bBC	3,26bC	3,87b
	Média	4,42A	3,97B	4,42A	4,09AB	3,81B	
	CV (%)						10,93
PB (%)	Paraquat	9,05aA	8,94aAB	8,93aAB	8,58aB	7,63aC	8,63a
	Com Capina	8,23bAB	8,52bA	7,98bBC	7,71bCD	7,45bD	7,98b
	Sem Capina	7,72cA	7,76cA	7,73bA	7,79bA	7,22bB	7,64c
	Média	8,33A	8,40A	8,21AB	8,02B	7,43C	
	CV (%)						3,91
FDN (%)	Paraquat	51,32bB	53,37bB	52,39bB	56,90aA	57,93aA	54,38c
	Com Capina	55,98aA	57,09aA	57,21aA	55,80aA	58,49aA	59,91b
	Sem Capina	58,39aA	56,94aA	58,11aA	58,14aA	59,68aA	58,25a

	Média	55,23B	55,80B	55,90B	56,95AB	58,7A	
	CV (%)						4,07
FDA (%)							
	Paraquat	32,43aA	32,83aA	33,15aA	34,25aA	34,81aA	33,49b
	Com Capina	31,74aB	34,17aAB	34,12aAB	34,64aAB	35,93aA	34,12b
	Sem Capina	34,27aA	34,66aA	35,55aA	36,62aA	36,73aA	35,56a
	Média	32,82B	33,89AB	34,28AB	35,17A	35,82A	
	CV (%)						7,01
PERDAS (%)							
	Paraquat	3,09abA	3,60aA	3,04abA	1,74bB	2,40abA	2,77a
	Com Capina	2,17Aa	3,39aA	2,94aA	2,23aB	3,04aA	2,75a
	Sem Capina	2,20Ba	2,53abA	2,78abA	4,12aA	3,68abA	3,06a
	Média	2,49A	3,17A	2,92A	2,69A	3,04A	
	CV (%)						40,25

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Proteína Bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), Matéria Seca (MS)

Os métodos de controle de plantas daninhas e os diferentes espaçamentos alteraram ($p < 0,05$) a composição química da silagem do sorgo forrageiro para os parâmetros MS, PB, FDN e MM. Os teores de MS da silagem de sorgo foram semelhantes para os espaçamentos entre linhas de 40, 50 e 70 cm entre linhas, com médias de 33%, 33,97% e 33,46%, tendo as maiores médias de MS da silagem. Para os diferentes métodos de controle de plantas daninhas não houve diferença ($p > 0,05$). Nas análises da interação, o espaçamento de 60 cm entre linhas sem capina, foi o que teve menor teor médio de MS da silagem com 29,49%. E quando utilizado o paraquat, o maior teor médio foi obtido com espaçamento de 50 cm entre linhas, com 35,30% (Tabela 2). O teor de MS é um componente importante na silagem, pois a dieta total fornecida aos animais é formulada com base na MS, onde estão concentrados os nutrientes necessários para atender as exigências dos animais em manutenção e produção (OLIVEIRA et al., 2010).

Para matéria mineral (MM), os métodos de controle e os espaçamentos entre linhas apresentaram diferença entre si. Quando realizado o controle com paraquat e com capina, foram iguais entre si, com maior proporção de minerais nas plantas de sorgo, com 4,29% e 4,26% de minerais, respectivamente (Tabela 2). Isso já era esperado, uma vez que as plantas daninhas competem com a cultura por diversos nutrientes presentes do solo, interferindo no acúmulo nas plantas de sorgo.

Quando não houve controle, a presença de minerais foi baixa em comparação aos demais métodos com 3,87%, o que deixa claro a competição das plantas daninhas com a cultura do sorgo. Já para os espaçamentos, houve variação, nestes os espaçamentos 40 e 60 cm entre linhas foram os que apresentaram as maiores concentrações de minerais com 4,42% cada. Os demais espaçamentos foram iguais entre si (Tabela 2).

Quando analisado a interação entre os tratamentos, todos os espaçamentos foram semelhantes quando foi aplicado o paraquat. Com capina e sem capina, o espaçamento de 60 cm entre linhas, apresentaram médias de 4,65% e 4,58% de minerais, sendo igual aos espaçamentos 50, 60 e 70 cm dentro dos métodos de controle de plantas daninhas. Isso mostra que o espaçamento não teve influência, como o controle das plantas daninhas teve na MM da silagem. Todavia, deixa-se claro que é inevitável a realização do controle das plantas daninhas.

Para o teor médio de proteína bruta (PB), o controle das plantas daninhas com paraquat e os espaçamentos 40 cm (9,05%), 50 cm (8,94%) e 60 cm (8,93%), apresentaram as maiores médias. O espaçamento de 80 cm foi o que apresentou o menor teor médio de proteína para este método de controle de plantas daninhas (Tabela 2).

As plantas daninhas competem com o sorgo por nutrientes como o nitrogênio, diminuindo assim o seu conteúdo na cultura, prejudicando o seu crescimento e conseqüentemente a qualidade da silagem. O adensamento favoreceu a cultura na competição por nutrientes, além de melhorar o rendimento do sorgo forrageiro. Este proporcionou qualidade superior de silagem e influenciou no controle de plantas daninhas, principalmente as consideradas tóxicas. As plantas daninhas ainda podem ser hospedeiras de doenças que possam vir a acometer o sorgo forrageiro, o que é pronunciado na Amazônia Central. Em função dos elevados índices pluviométricos, há possibilidade de aparecimento de fungos, os quais tem efeito deletério na produção e valor nutritivo da silagem.

Quando realizado a capina, os espaçamentos 40 e 50 cm foram os que apresentaram teores superiores de PB, quando comparada aos demais espaçamentos. Quando não foi

realizado o controle das plantas daninhas, os espaçamentos não apresentaram diferença entre si.

Na média geral dos espaçamentos, ficou evidente, que a redução influencia no teor de PB, pois os menores espaçamentos tiveram teores superiores de PB na silagem, sendo os espaçamentos 40, 50 e 60 cm entre linhas, com 8,33%, 8,40% e 8,21%, nessa ordem (Tabela 2). Assim como a redução dos espaçamentos mostrou-se eficiente no controle das plantas daninhas e contribuiu para o aumento do teor de proteína, o uso do paraquat para controlar as plantas daninhas, também proporcionou teor médio total de 8,63% de PB para silagem de sorgo. A realização do controle das plantas daninhas também evitou a competição por nutrientes como o nitrogênio, que é o principal constituinte das proteínas. Isso veio a se confirmar quando comparou-se os métodos com capina e sem capina que apresentaram 7,98 e 7,64% de PB (Tabela 2). Com a realização da capina, algumas plantas daninhas acabaram rebrotando de forma vigorosa e competiram com o sorgo mesmo em menor proporção, e no método sem capina, as plantas daninhas competiram desde a emergência do sorgo forrageiro até o final do ciclo.

A fração fibrosa do sorgo como a fibra em detergente neutro, teve menor teor de FDN médio de 54,38%, com uso do paraquat, seguido do método sem capina 58,25%. Com capina apresentou a maior proporção de FDN (59,91%), entre os métodos de controle de plantas daninhas avaliados. Entre os espaçamentos não houve diferença ($p > 0,05$). Diferentes híbridos de sorgo foram avaliados e tiveram padrões da FDN variando de 58,64 a 59,26% (TEIXEIRA et al., 2014).

A interação dos espaçamentos 40, 50 e 60 cm com paraquat proporcionaram teores inferiores da FDN com 51,32%, 53,37% e 52,39%, respectivamente (Tabela 2). Isso mostra a importância da realização do controle das plantas daninhas, aliada ao arranjo

espacial das plantas de forma adequada, proporcionando produtividade e qualidade. Quando o material é ensilado, ocasionalmente ocorre a inclusão de plantas lignificadas ou senescentes. É o que geralmente ocorre com o cultivo em consócio, que junto com a cultura ensilada, geralmente é colhido a outra gramínea do consócio, às vezes com idade avançada e com baixo valor nutritivo (COSTA et al., 2017), como por exemplo, as plantas de capim braquiária, que dependendo do estágio fisiológico, possuem maior teor de fibra do que as plantas de milho (LEONEL et al., 2009). Situação semelhante pode ter ocorrido com os tratamentos sem controle, ao ser colhido aos 90 dias após o plantio, outras plantas foram ensiladas juntamente com o sorgo forrageiro. Os demais métodos de controle dentro dos espaçamentos foram iguais entre si, assim como os espaçamentos dentro desses métodos.

As frações da FDA não apresentaram diferença estatística na interação entre os tratamentos e nem entre os métodos de controle de plantas daninhas de forma isolada pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Para os espaçamentos entre linhas, houve aumento no teor da FDA ($p < 0,05$) com aumento dos espaçamentos, apresentando o mesmo comportamento da FDN para os espaçamentos, apesar da FDN não apresentar diferença estatística. Esse comportamento semelhante nas médias pode ser explicado pelo FDA ser um componente da FDN.

Os menores valores de FDA foram encontrados no espaçamento de 40 cm, com valor médio de 32,80% e o maior valor constatado foi no tratamento com espaçamento de 80 cm, com valor médio de 36,30%. A FDA isola celulose e lignina, sendo assim, quanto maior o seu teor, menor será a digestibilidade do alimento (VAN SOEST, 1994). Com o uso de espaçamentos maiores as plantas tendem a ter maior proporção de colmo em relação às folhas, o que contribui para uma silagem mais fibrosa. Nesta pesquisa ocorreu a

lignificação dos tecidos e conseqüentemente a redução do conteúdo celular com aumento dos espaçamentos.

Houve variação nas perdas, mas todos os tratamentos tiveram poucas perdas durante todos os processos dentro do silo (Tabela 2). As perdas tiveram variação de 1,74 no método de controle com paraquat e espaçamento de 70 cm, até 4,12 % no método de controle sem capina. Não houve diferença ($p > 0,05$) para os métodos de controle e espaçamentos de forma isolada. Os baixos valores de perdas encontrados ocorreram provavelmente por que o material foi colhido no ponto ideal para ensilar, o que evitou perdas excessivas por efluentes. Também foi realizado a compactação e fechamento do silo de forma adequada, o que garantiu condições favoráveis dentro do silo, ocorrendo assim, todos os processos fermentativos, garantindo uma silagem de qualidade e poucas perdas.

CONCLUSÃO

O controle das plantas daninhas é indispensável na cultura do sorgo forrageiro. A utilização do paraquat, aliado a maior densidade de plantio do sorgo forrageiro, proporcionou qualidade superior da silagem em relação aos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL RC, BERNARDES TF, SIQUEIRA GR, REIS RA (2008) Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. *Revista Brasileira de Zootecnia* **37**, 977-983.
- ARGENTA G, SILVA PD, BORTOLINI CG, FORSTHOFER EL, MANJABOSCO EA, BEHEREGARAY NETO V (2001) Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **36**, 71-78.
- BANZATTO DA, KRONKA SDN (2013) “Experimentação agrícola”. (Editora Funep: Jaboticabal)
- CASTRO AD, FRAXE TDJP, SANTIAGO JL, MATOS RB, PINTO IC (2009) Os sistemas agrofloretais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas. *Acta Amazonica* **39**, 279-288.
- COSTA NR, ANDREOTTI M, CRUSCIOL CAC, LIMA CGDR, CASTILHOS AMD, SOUZA DMD, PARIZ CM (2017) Yield and nutritive value of the silage of corn intercropped with tropical perennial grasses. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **52**, 63-73.
- CYSNE JR, PITOMBEIRA JB (2012) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica* **43**, 273-278.
- DAN HA, CARRIJO MS, CARNEIRO DF, COSTA KAP, SILVA AG (2010) Desempenho de plantas sorgo granífero sobre condições de sombreamento. *Acta Scientiarum-Agronomy* **32**, 675-679.
- DIAS AM, ÍTAVO LCV, ÍTAVO CCBF, BLAN LR, GOMES ENO, SOARES CM, COELHO EM (2014) Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **66**, 1874-1882.

- DJAMAN K, IRMAK S, MARTIN DL, FERGUSON RB, BERNARDS ML (2013) Plant nutrient uptake and soil nutrient dynamics under full and limited irrigation and rainfed maize production. *Agronomy Journal* **105**, 527-538.
- FERREIRA DJ, ZANINE AM, SANTOS EM, LANA RP, SILVA WL, SOUZA AL, PEREIRA OG (2011) Perfil fermentativo e valor nutritivo de silagem de capim-elefante inoculada com *Streptococcus bovis*. *Archivos de Zootecnia* **60**, 1223-1228.
- FERREIRA G, ALFONSO M, DEPINO S, ALESSANDRI E (2014) Effect of planting density on nutritional quality of green-chopped corn for silage. *Journal of dairy science* **97**, 5918-592.
- FILYA I, ASHBELL G, HEN Y, WEINBERG ZG (2000) The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science and Technology* **88**, 39-46.
- HOZAYN M, EL-SHAHAWY TAE, SHARARA FA (2012) Implication of crop row orientation and row spacing for controlling weeds and increasing yield in wheat. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* **6**, 422-427.
- JOBIM CC, NUSSIO LG (2013) Princípios básicos da fermentação na Ensilagem. In. Forragicultura: ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. pp. 649-660 (Gráfica Multipress: Jaboticabal).
- JOBIM CC, NUSSIO LG, REIS RA, SCHMIDT P (2007) Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36**, 101-119.
- JOBIM CC, NUSSIO LG, REIS RA, SCHMIDT P, (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **36** 101-119.
- KHAN NA, YU P, ALI M, CONE JW, HENDRIKS WH (2015) Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **95**, 238-252.

- LEONEL FDP, PEREIRA JC, COSTA MG, JÚNIOR M, SILVA CJD, LARA LA (2009) Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**, 166-176.
- LIMA R, LOURENÇO M, DIAZ RF, CASTRO A, FIEVEZ V (2010) Effect of combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and lactobacilli on silage quality and in vitro rumen fermentation. *Animal feed science and technology* **155**, 122-131.
- MAGALHÃES PC, SOUZA TC, MAY A, LIMA FILHO OF, SANTOS FC, MOREIRA JAA, LEITE CEP, ALBURQUERQUE CJB, FREITAS RS (2014) Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 58-88, (Editora UFV: Viçosa).
- MARÍN C, WEINER J (2014) Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. *Weed Research* **54**, 467-474.
- McDONALD P, HENDERSON AR, HERON SJE (1991) Microorganisms. In: The “Biochemistry of Silage”. pp. 81–151 (Chalcombe Publications: Abersywyth).
- MOTA MR, MEDEIROS CM (2002) Balanço hídrico na região de Manaus - AM. *Revista da Universidade do Amazonas. Série Ciências Agrárias* **10**, 73-78.
- MUCK RE (2010) Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia* **39**, 183-191.
- NASCIMENTO WG, PRADO IN, JOBIM CC, EMILE JC, SURAULT F, HUYGHE C (2008) Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia* **37**, 896-904.
- NEUMANN N, RESTLE J, ALVES FILHO DC, BRONDANI IL, MENEZES LFG (2002) Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagens de 48 diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Ciência Rural* **32**, 849-854.

- NODA SN, NODA H, MARTINS ALU, FERNANDES M (2007) Agricultura Familiar na Amazônia das Águas. pp. 208 (Editora da Universidade Federal do Amazonas: Manaus).
- OLIVEIRA LB, PIRES AJV, VIANA AES, MATSUMOTO SN, CARVALHO GGP, RIBEIRO LSO (2010) Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia* **39**, 2604-2610.
- OLIVEIRA ML, BACCARO FB, BRAGA-NETO R, MAGNUSSON WE (2011) Reserva Ducke: a biodiversidade amazônica através de uma grade. pp. 161 (Editora Attema design: Manaus).
- PERIN R, MARTINS GC, MUNIZ SR, LINHARES GM (2009) Sistema de pastejo rotacionado intensivo como alternativa para a recuperação de áreas degradadas no Estado do Amazonas, AM. *Amazônia Ciência e Desenvolvimento*, **4**, 235-41.
- PIMENTEL-GOMES F (2009) “Curso de Estatística Experimental” (FEALQ: Piracicaba)
- PODKÓWKA Z, PODKÓWKA L (2011) Chemical composition and quality of sweet sorghum and maize silages. *Journal of Central European Agriculture*, **12**, 294-303.
- SCOTT BJ, MARTIN P, RIETHMULLER G (2013) Row spacing of winter crops in broad scale agriculture in southern Australia. (NSW Department of Primary Industries: Orange)
- SILVA AF, D’ANTONINO L, FERREIRA FA, FERREIRA LR (2014) Manejo de plantas daninhas. In “Sorgo: do plantio à colheita” pp. 188-206, (Editora UFV: Viçosa).
- SILVA TC, SILVA LD, SANTOS EM, OLIVEIRA JS, PERAZZO AF (2017) Importance of the Fermentation to Produce High-Quality Silage. In: Fermentation Processes. InTech.
- TEIXEIRA ADM, JUNIOR R, OLIVEIRA G, VELASCO FO, FARIA JÚNIOR WGD, RODRIGUEZ NM, GONÇALVES LC (2014). Intake and digestibility of sorghum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) silages with different tannin contents in sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **43**, 14-19.

- VALADARES RFD, GONÇALVES LC, SAMPAIO IB et al. (1997) Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **26**, 1259-1263.
- VAN SOEST PJ (1994) "Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca" pp. 476 (Cornell University: New York).
- VAN SOEST PJ, ROBERTS JB, LEWIS BA (1991) Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, **74**, 3583-3597.
- VELHO JP, FRENZEL MPR, MORAES GTC, BONNECARRÈRE SLM, LAERTE NJ, GARCIA OM, RODRIGUES FJ (2006). Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". *Ciência Rural*, **36**, 916-923.
- WEINBERG ZG, KHANAL P, YILDIZ C, CHEN Y, ARIELI A (2010) Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculant on aerobic stability of wheat silages *Animal Feed Science and Technology*, **158**, 29-35.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos produtores de bovinos na Amazônia Central não faz o manejo correto das pastagens, explorando-as de forma desordenada, o que leva ao super-pastejo, ocasionando a baixa produtividade das pastagens, principalmente no período seco.

Como consequência, os animais engordam no período das águas e emagrecem no período seco. E uma solução para esse problema é a utilização de forrageiras anuais como o sorgo forrageiro, que pode alimentar os animais na forma de silagem.

O sorgo forrageiro é pouco difundido na Amazônia Central e nesta pesquisa buscou-se obter conhecimentos acerca do crescimento do sorgo forrageiro com dois tratamentos culturais. Os melhores resultados foram com espaçamento de 50 cm entre linhas, aliado ao método de controle de plantas daninhas com herbicida, que proporcionaram melhores resultados de crescimento da produção do sorgo forrageiro.

A conservação de alimentos na forma de silagem é uma ferramenta eficiente para intensificar o sistema de produção por permitir contornar o déficit forrageiro no período seco. É importante difundir essa técnica aos produtores, porque a silagem do sorgo forrageiro produzida na Amazônia Central é de boa composição química e pode atender as necessidades alimentares dos ruminantes no período de maior déficit forrageiro.

Este trabalho ainda oferece subsídios para outras pesquisas relacionadas ao sorgo forrageiro ou para outras culturas anuais com potencial forrageiro para Amazônia Central, como: doses de herbicidas, pois o sorgo possui compostos aleloquímicos que podem ser usadas como ferramenta auxiliar no controle de plantas daninhas.

ANEXO CAPITULO I

Anexo 1. Análise de variância (ANOVA) da matéria seca folhas do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Ano	1	10641,11820	10641,11820	2055,8676 **
Mpd	2	147,36939	73,68469	14,2359 **
Espaç.	4	336,76818	84,19205	16,2659 **
Dias	6	31081,43560	5180,23927	1000,8240 **
Ano*mpd	2	2,71389	1,35694	0,2622 ns
Ano*espaç.	4	103,40669	25,85167	4,9946 **
Ano*dias	6	1801,12961	300,18827	57,9965 **
Mpd*espaç	8	135,20210	16,90026	3,2651 **
Mpd*dias	12	502,87240	41,90603	8,0963 **
Espaç.*dias	24	351,73430	14,65560	2,8315 **
Ano*mpd*espaç.	8	123,24524	15,40566	2,9764 **
Ano*mpd*dias	12	294,18472	24,51539	4,7364 **
Ano*espaç.*dias	24	289,60596	12,06692	2,3313 **
Mpd*espaç.*dias	48	592,41226	12,34192	2,3845 **
Ano*mpd*espaç.*dias	48	576,14334	12,00299	2,3190 **
Tratamentos	209	46979,34188	224,78154	43,4279 **
Blocos	3	64,91333	21,63778	4,1804 **
Resíduo	627	3245,33596	5,17597	
Total	839	50289,59117		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 2. Análise de variância (ANOVA) da matéria seca do colmo em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Ano	1	34239,16754	34239,16754	159,1304 **
Mpd	2	842,10167	421,05083	1,9569 ns
Espaç.	4	5871,58007	1467,89502	6,8222 **
Dias	6	487114,67528	81185,77921	377,3201 **
Ano*mpd	2	6,81393	3,40696	0,0158 *
Ano*espaç.	4	1846,44498	461,61125	2,1454 ns
Ano*dias	6	11498,93764	1916,48961	8,9071 **
Mpd*espaç	8	3987,45876	498,43235	2,3165 *
Mpd*dias	12	8957,52512	746,46043	3,4693 **
Espaç.*dias	24	3675,84205	153,16009	0,7118 ns
Ano*mpd*espaç	8	2482,77342	310,34668	1,4424 ns
Ano*mpd*dias	12	11920,66289	993,38857	4,6169 **
Ano*espaç.*dias	24	7282,18874	303,42453	1,4102 ns
Mpd*espaç.*dias	48	13820,48608	287,92679	1,3382 ns
Ano*mpd*espaç.*dias	48	6845,43058	142,61314	0,6628 ns
Tratamentos	209	600392,08874	2872,68942	13,3511 **
Blocos	3	904,58974	301,52991	1,4014 ns
Resíduo	627	134907,95820	215,16421	
Total	839	736204,63667		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 3. Análise de variância (ANOVA) da matéria seca da panícula em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Ano	1	3567,25737	3567,25737	91,6076 **
Mpd	2	970,54774	485,27387	12,4619 **
Espaç.	4	1627,81865	406,95466	10,4506 **
Dias	6	304679,85498	50779,97583	1304,0355 **
Ano*mpd	2	571,08963	285,54481	7,3328 **
Ano*espaç.	4	363,19604	90,79901	2,3317 ns
Ano*dias	6	15100,95155	2516,82526	64,6324 **
Mpd*espaç	8	794,87262	99,35908	2,5516 **
Mpd*dias	12	3318,72226	276,56019	7,1021 **
Espaç.*dias	24	3062,44850	127,60202	3,2768 **
Ano*mpd*espaç	8	738,78497	92,34812	2,3715 *
Ano*mpd*dias	12	736,13217	61,34435	1,5753 ns
Ano*espaç.*dias	24	2349,26692	97,88612	2,5137 **
Mpd*espaç.*dias	48	3292,55596	68,59492	1,7615 **
Ano*mpd*espaç.*dias	48	4367,19368	90,98320	2,3365 **
Tratamentos	209	345540,69304	1653,30475	
Blocos	3	99,29046	33,09682	
Resíduo	627	24415,78057	38,94064	
Total	839	370055,76408		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 4. Análise de variância (ANOVA) da matéria seca da parte aérea em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Ano	1	121048,74667	121048,74667	330,7648 **
Mpd	2	4344,20293	2172,10147	5,9353 **
Espaç.	4	16180,93538	4045,23385	11,0536 **
Dias	6	1670417,86149	278402,97692	760,7340 **
Ano*mpd	2	479,89209	239,94604	0,6557 ns
Ano*espaç.	4	4304,24677	1076,06169	2,9403 *
Ano*dias	6	40090,92974	6681,82162	18,2580 **
Mpd*espaç	8	9273,59174	1159,19897	3,1675 **
Mpd*dias	12	22993,01716	1916,08476	5,2357 **
Espaç.*dias	24	9140,53281	380,85553	1,0407 ns
Ano*mpd*espaç.	8	4172,68992	521,58624	1,4252 ns
Ano*mpd*dias	12	16234,01245	1352,83437	3,6966 **
Ano*espaç.*dias	24	13453,79856	560,57494	1,5318 *
Mpd*espaç.*dias	48	24000,58127	500,01211	1,3663 *
Ano*mpd*espaç.*dias	48	10113,55062	210,69897	0,5757 *
Tratamentos	209	1966248,58961	9407,88799	25,7070 **
Blocos	3	1226,09982	408,69994	1,1168 ns
Resíduo	627	229460,85823	365,96628	
Total	839	2196935,54765		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 5. Análise de variância (ANOVA) da aérea foliar em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Ano	1	404963531,5775	404963531,578	3349,1655 **
Mpd	2	4611037,50177	2305518,75089	19,0673 **
Espaç,	4	13757324,89757	3439331,22439	28,4443 **
Dias	6	1025311062,079	170885177,013	1413,2698 **
Ano*mpd	2	529454,08801	264727,04401	2,1894 ns
Ano*espaç,	4	1708304,59571	427076,14893	3,5320 **
Ano*dias	6	74348283,58283	12391380,5971	102,4803 **
Mpd*espaç	8	5135035,16201	641879,39525	5,3085 **
Mpd*dias	12	6695405,93428	557950,49452	4,6144 **
Espaç,*dias	24	14263926,67179	594330,27799	4,9153 **
Ano*mpd*espaç	8	7254849,51804	906856,18976	7,5000 **
Ano*mpd*dias	12	5211222,30123	434268,52510	3,5915 **
Ano*espaç,*dias	24	8726668,94883	363611,20620	3,0072 **
Mpd*espaç,*dias	48	19808881,15496	412685,02406	3,4130 **
Ano*mpd*espaç,*dias	48	20937186,90516	436191,39386	3,6074 **
Tratamentos	209	1613262174,918	7718957,77473	63,8380 **
Blocos	3	2041961,70420	680653,90140	5,6292 **
Resíduo	627	75813552,38056	120914,75659	
Total	839	1691117689,003		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 6. Análise de variância (ANOVA) do índice de área foliar em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Ano	1	2088,98644	2088,98644	3305,8932 **
Mpd	2	24,48961	12,24480	19,3778 **
Espaç.	4	829,37896	207,34474	328,1302 **
Dias	6	5154,39747	859,06624	1359,5020 **
Ano*mpd	2	3,60682	1,80341	2,8540 ns
Ano*espaç.	4	135,22048	33,80512	53,4978 **
Ano*dias	6	380,09986	63,34998	100,2535 **
Mpd*espaç	8	26,50230	3,31279	5,2426 **
Mpd*dias	12	34,52626	2,87719	4,5532 **
Espaç.*dias	24	282,29565	11,76232	18,6143 **
Ano*mpd*espaç	8	37,62307	4,70288	7,4425 **
Ano*mpd*dias	12	28,78383	2,39865	3,7960 **
Ano*espaç.*dias	24	65,11744	2,71323	4,2938 **
Mpd*espaç.*dias	48	99,74883	2,07810	3,2887 **
Ano*mpd*espaç.*dias	48	118,36805	2,46600	3,9025 **
Tratamentos	209	9309,14506	44,54136	70,4882 **
Blocos	3	9,14688	3,04896	4,8251 **
Resíduo	627	396,19988	0,63190	
Total	839	9714,49183		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 7. Análise de variância (ANOVA) da matéria seca do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	0,1118788E+10		
Total de redução	47	0,9368994E+09	0,1993403E+08	7,89**
Bloco	3	0,2083378E+08	6944593,00	2,75*
Ano	1	0,1714510E+08	0,1714510E+08	6,79*
Bloco*ano	3	0,3772268E+08	0,1257423E+08	4,98**
Esp	4	0,3417146E+09	0,8542866E+08	33,82**
Esp*ano	4	0,3331425E+08	8328562,00	3,30*
Bloco*esp*ano	12	0,5222144E+08	4351786,00	1,72ns
Mpd	2	0,1361736E+09	0,6808681E+08	26,95**
Mpd*ano	2	0,7662273E+08	0,3831137E+08	15,17**
Mpd*esp	8	0,1774567E+09	0,2218209E+08	8,78**
Mpd*esp*ano	8	0,4369447E+08	5461808,00	2,16*
Resíduo	72	0,1818888E+09	2526234,00	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 8. Análise de variância (ANOVA) da matéria verde do sorgo forrageiro aos 90 dias em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	0,1221606E+11		
Total de redução	47	0,1034013E+11	0,2200028E+09	8,44**
Bloco	3	0,1059759E+09	0,3532529E+08	1,36ns
Ano	1	0,3648512E+09	0,3648512E+09	14,00**
Bloco*ano	3	0,3338031E+09	0,1112677E+09	4,27**
Esp	4	0,2869339E+10	0,7173347E+09	27,53**
Esp*ano	4	0,5489724E+09	0,1372431E+09	5,27**
Bloco*esp*ano	12	0,3301195E+09	0,2750996E+08	1,06ns
Mpd	2	0,2996520E+10	0,1498260E+10	57,50**
Mpd*ano	2	0,3514840E+09	0,1757420E+09	6,75**
Mpd*esp	8	0,2133426E+10	0,2666782E+09	10,24**
Mpd*esp*ano	8	0,3056438E+09	0,3820547E+08	1,47ns
Resíduo	72	0,1875922E+10	0,2605447E+08	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 9. Análise de variância (ANOVA) da porcentagem de matéria seca do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

	FV	GL	SQ	QM	F
Total		119	1425,471		
Total de redução		47	1267,333	26,96453	12,28**
Bloco		3	9,833666	3,277889	1,49ns
Ano		1	413,3495	413,3495	188,20**
Bloco*ano		3	1,795689	0,5985630	0,27ns
Esp		4	88,65536	22,16384	10,09**
Esp*ano		4	213,2826	53,32065	24,28**
Bloco*esp*ano		12	16,96911	1,414093	0,64ns
Mpd		2	127,9172	63,95860	29,12**
Mpd*ano		2	117,3910	58,69551	26,72**
Mpd*esp		8	123,9667	15,49584	7,06**
Mpd*esp*ano		8	154,1721	19,27151	8,77**
Resíduo		72	158,1378	2,196358	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 10. Análise de variância (ANOVA) da matéria seca das plantas daninhas em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos,

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	0,6523228E+09		
Total de redução	47	0,6150356E+09	0,1308586E+08	25,27**
Bloco	3	2557318,	852439,3	1,65**
Ano	1	7176658,	7176658,	13,86**
Bloco*ano	3	541872,7	180624,2	0,35ns
Esp	4	0,1868386E+09	0,4670964E+08	90,19**
Esp*ano	4	1004166,	251041,4	0,48ns
Bloco*esp*ano	12	1079700,	89975,03	0,17ns
Mpd	2	0,4022165E+09	0,2011082E+09	388,33**
Mpd*ano	2	690366,8	345183,4	0,67ns
Mpd*esp	8	8857958,	1107245,	2,14*
Mpd*esp*ano	8	4072547,	509068,4	0,98ns
Resíduo	72	0,3728716E+08	517877,2	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 11. Análise de variância (ANOVA) da área foliar do sorgo forrageiro aos 90 dias em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	0,9651378E+08		
Total de redução	47	0,8931136E+08	1900242,	19,00**
Bloco	3	651219,5	217073,2	2,17ns
Ano	1	0,7500296E+08	0,7500296E+08	749,78**
Bloco*ano	3	92789,65	30929,88	0,31ns
Esp	4	1259924,	314981,0	3,15*
Esp*ano	4	1253961,	313490,2	3,13*
Bloco*esp*ano	12	1234269,	102855,8	1,03ns
Mpd	2	1681313,	840656,4	8,40**
Mpd*ano	2	515760,9	257880,5	2,58ns
Mpd*esp	8	2110294,	263786,8	2,64**
Mpd*esp*ano	8	5508866,	688608,2	6,88**
Resíduo	72	7202414,	100033,5	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 12. Análise de variância (ANOVA) matéria seca das folhas sorgo forrageiro aos 90 dias em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	4083,292		
Total de redução	47	3749,968	79,78655	17,23**
Bloco	3	11,95442	3,984806	0,86ns
Ano	1	3311,617	3311,617	715,33**
Bloco*ano	3	23,37821	7,792738	1,68ns
Esp	4	24,79912	6,199780	1,34ns
Esp*ano	4	67,37206	16,84301	3,64**
Bloco*esp*ano	12	61,53688	5,128074	1,11ns
Mpd	2	97,12355	48,56178	10,49**
Mpd*ano	2	12,78173	6,390866	1,38ns
Mpd*esp	8	78,01341	9,751676	2,11*
Mpd*esp*ano	8	61,39132	7,673915	1,66ns
Resíduo	72	333,3241	4,629501	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 13. Análise de variância (ANOVA) matéria seca do colmo sorgo forrageiro aos 90 dias em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	15382,06		
Total de redução	47	12107,44	257,6050	5,66**
Bloco	3	7,793221	2,597740	0,06ns
Ano	1	6068,826	6068,826	133,44**
Bloco*ano	3	76,06915	25,35638	0,56ns
Esp	4	2654,650	663,6625	14,59**
Esp*ano	4	313,2024	78,30060	1,72ns
Bloco*esp*ano	12	186,7021	15,55851	0,34ns
Mpd	2	85,16583	42,58292	0,94ns
Mpd*ano	2	245,7202	122,8601	2,70ns
Mpd*esp	8	1446,106	180,7633	3,97**
Mpd*esp*ano	8	1023,202	127,9002	2,81**
Resíduo	72	3274,621	45,48085	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 14. Análise de variância (ANOVA) matéria seca da panícula do sorgo forrageiro aos 90 dias em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	23967,42		
Total de redução	47	21236,90	451,8488	11,91**
Bloco	3	145,0282	48,34272	1,27ns
Ano	1	16451,34	16451,34	433,80**
Bloco*ano	3	204,0617	68,02058	1,79ns
Esp	4	1088,767	272,1916	7,18**
Esp*ano	4	386,1772	96,54431	2,55*
Bloco*esp*ano	12	510,1110	42,50925	1,12ns
Mpd	2	424,7911	212,3956	5,60**
Mpd*ano	2	295,8891	147,9445	3,90*
Mpd*esp	8	522,7487	65,34359	1,72ns
Mpd*esp*ano	8	1207,978	150,9972	3,98**
Resíduo	72	2730,525	37,92396	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 15. Análise de variância (ANOVA) matéria seca total da planta de sorgo forrageiro aos 90 dias em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	91393,98		
Total de redução	47	86898,94	4495,043	29,62**
Bloco	3	31,82215	10,60738	0,17ns
Ano	1	75441,72	75441,72	1208,40**
Bloco*ano	3	224,5851	74,86171	1,20ns
Esp	4	2394,856	598,7140	9,59**
Esp*ano	4	1448,454	362,1136	5,80**
Bloco*esp*ano	12	669,8375	55,81980	0,89ns
Mpd	2	814,9097	407,4549	6,53**
Mpd*ano	2	1607,152	803,5760	12,87**
Mpd*esp	8	1791,764	223,9705	3,59**
Mpd*esp*ano	8	2473,836	309,2294	4,95**
Resíduo	72	4495,043	62,43115	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

ANEXO CAPITULO II

Anexo 1. Análise de variância (ANOVA) % de matéria seca do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	1425,471		
Total de redução	47	1267,333	26,96453	12,28**
Bloco	3	9,833666	3,277889	1,49ns
Ano	1	413,3495	413,3495	188,20**
Bloco*ano	3	1,795689	0,5985630	0,27ns
Esp	4	88,65536	22,16384	10,09**
Esp*ano	4	213,2826	53,32065	24,28**
Bloco*esp*ano	12	16,96911	1,414093	0,64ns
Mpd	2	127,9172	63,95860	29,12**
Mpd*ano	2	117,3910	58,69551	26,72**
Mpd*esp	8	123,9667	15,49584	7,06**
Mpd*esp*ano	8	154,1721	19,27151	8,77**
Resíduo	72	158,1378	2,196358	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 2. Análise de variância (ANOVA) matéria mineral do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	65,55862		
Total de redução	47	56,35639	1,199072	9,38**
Bloco	3	0,3711190	0,1237063	0,97ns
Ano	1	0,6067557E-01	0,6067557E-01	0,47ns
Bloco*ano	3	0,7746242	0,2582081	2,02ns
Esp	4	4,063444	1,015861	7,95**
Esp*ano	4	4,993529	1,248382	9,77**
Bloco*esp*ano	12	0,8867684	0,7389736E-01	0,58ns
Mpd	2	25,90429	12,95214	101,34**
Mpd*ano	2	0,7138945E-01	0,3569472E-01	0,28ns
Mpd*esp	8	11,55977	1,444971	11,31**
Mpd*esp*ano	8	7,670786	0,9588482	7,50**
Resíduo	72	9,202230	0,1278087	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 3. Análise de variância (ANOVA) da proteína bruta do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	64,34851		
Total de redução	47	48,20496	1,025637	4,57**
Bloco	3	0,5613034	0,1871011	0,83ns
Ano	1	4,861145	4,861145	21,68**
Bloco*ano	3	0,3667835	0,1222612	0,55ns
Esp	4	11,05922	2,764804	12,33**
Esp*ano	4	4,342866	1,085717	4,84**
Bloco*esp*ano	12	1,482281	0,1235234	0,55ns
Mpd	2	10,65101	5,325506	23,75**
Mpd*ano	2	4,898502	2,449251	10,92**
Mpd*esp	8	5,413914	0,6767393	3,02**
Mpd*esp*ano	8	4,567934	0,5709917	2,55*
Resíduo	72	16,14356	0,2242160	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 4. Análise de variância (ANOVA) da fibra em detergente neutro do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	3042,948		
Total de redução	47	2571,108	54,70443	8,35**
Bloco	3	1,498030	0,4993432	0,08ns
Ano	1	772,4380	772,4380	117,87**
Bloco*ano	3	1,754099	0,5846998	0,09ns
Esp	4	52,48525	13,12131	2,00ns
Esp*ano	4	117,2366	29,30914	4,47**
Bloco*esp*ano	12	29,13678	2,428065	0,37ns
Mpd	2	130,0742	65,03711	9,92**
Mpd*ano	2	415,8788	207,9394	31,73**
Mpd*esp	8	833,3832	104,1729	15,90**
Mpd*esp*ano	8	217,2235	27,15294	4,14**
Resíduo	72	471,8400	6,553334	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 5. Análise de variância (ANOVA) da fibra em detergente ácido do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	2347,309		
Total de redução	47	2194,305	46,68735	21,97**
Bloco	3	4,425117	1,475039	0,69ns
Ano	1	235,9957	235,9957	111,05**
Bloco*ano	3	18,17815	6,059384	2,85*
Esp	4	133,6672	33,41680	15,73**
Esp*ano	4	269,6020	67,40051	31,72**
Bloco*esp*ano	12	44,01320	3,667766	1,73ns
Mpd	2	79,90980	39,95490	18,80**
Mpd*ano	2	391,4124	195,7062	92,09**
Mpd*esp	8	403,7612	50,47014	23,75**
Mpd*esp*ano	8	613,3405	76,66757	36,08**
Resíduo	72	153,0041	2,125057	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 6. Análise de variância (ANOVA) do pH da silagem do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

	FV	GL	SQ	QM	F
Total		119	2,244520		
Total de redução		47	1,323968	0,2816954E-01	2,20**
Bloco		3	0,2606667E-02	0,8688889E-03	0,07ns
Ano		1	0,2028000E-01	0,2028000E-01	1,59ns
Bloco*ano		3	0,8220667E-01	0,2740222E-01	2,14ns
Esp		4	0,1277283	0,3193208E-01	2,50*
Esp*ano		4	0,3153283	0,7883208E-01	6,17**
Bloco*esp*ano		12	0,1507850	0,1256542E-01	0,98ns
Mpd		2	0,9891500E-01	0,4945750E-01	3,87*
Mpd*ano		2	0,2461500E-01	0,1230750E-01	0,96ns
Mpd*esp		8	0,1498517	0,1873146E-01	1,47ns
Mpd*esp*ano		8	0,3516517	0,4395646E-01	3,44**
Resíduo		72	0,9205517	0,1278544E-01	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 7. Análise de variância (ANOVA) da % de matéria seca da silagem do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	1130,148		
Total de redução	47	989,7737	21,05901	10,80**
Bloco	3	1,966506	0,6555019	0,34ns
Ano	1	0,6703931E-03	0,6703931E-03	0,00ns
Bloco*ano	3	2,128748	0,7095826	0,36ns
Esp	4	124,2224	31,05560	15,93**
Esp*ano	4	62,15149	15,53787	7,97**
Bloco*esp*ano	12	18,16308	1,513590	0,78ns
Mpd	2	12,52713	6,263567	3,21*
Mpd*ano	2	6,639864	3,319932	1,70ns
Mpd*esp	8	138,4532	17,30665	8,88**
Mpd*esp*ano	8	623,5207	77,94008	39,98**
Resíduo	72	140,3747	1,949649	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 8. Análise de variância (ANOVA) da matéria mineral da silagem do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

	FV	GL	SQ	QM	F
Total		119	53,72262		
Total de redução		47	38,76426	0,8247715	3,97**
Bloco		3	0,1824590	0,6081968E-01	0,29ns
Ano		1	2,746556	2,746556	13,22**
Bloco*ano		3	0,5751709	0,1917236	0,92ns
Esp		4	6,878794	1,719699	8,28**
Esp*ano		4	1,491688	0,3729219	1,80ns
Bloco*esp*ano		12	2,313563	0,1927969	0,93ns
Mpd		2	4,427994	2,213997	10,66**
Mpd*ano		2	7,992211	3,996105	19,23**
Mpd*esp		8	8,181657	1,022707	4,92**
Mpd*esp*ano		8	3,974168	0,4967710	2,39*
Resíduo		72	14,95836	0,2077550	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 9. Análise de variância (ANOVA) da proteína bruta da silagem do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	59,50238		
Total de redução	47	52,09084	1,108316	10,77**
Bloco	3	0,1288986	0,4296620E-01	0,42ns
Ano	1	3,576287	3,576287	34,74**
Bloco*ano	3	0,1276170	0,4253900E-01	0,41ns
Esp	4	14,63798	3,659495	35,55**
Esp*ano	4	1,922415	0,4806038	4,67**
Bloco*esp*ano	12	1,143116	0,9525967E-01	0,93ns
Mpd	2	19,97124	9,985621	97,01**
Mpd*ano	2	5,300126	2,650063	25,74**
Mpd*esp	8	3,767296	0,4709120	4,57**
Mpd*esp*ano	8	1,515861	0,1894826	1,84ns
Resíduo	72	7,411541	0,1029381	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 10. Análise de variância (ANOVA) da fibra em detergente neutro da silagem do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos.

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	1860,932		
Total de redução	47	1531,140	32,57745	7,11**
Bloco	3	31,92897	10,64299	2,32ns
Ano	1	368,7386	368,7386	80,50**
Bloco*ano	3	24,23118	8,077060	1,76ns
Esp	4	179,7201	44,93003	9,81**
Esp*ano	4	25,45007	6,362518	1,39ns
Bloco*esp*ano	12	107,1493	8,929107	1,95*
Mpd	2	308,9583	154,4792	33,73**
Mpd*ano	2	215,1602	107,5801	23,49**
Mpd*esp	8	154,9327	19,36658	4,23**
Mpd*esp*ano	8	114,8707	14,35883	3,13**
Resíduo	72	329,7922	4,580447	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

Anexo 11. Análise de variância (ANOVA) da fibra em detergente ácido da silagem do sorgo forrageiro em função dos métodos de controle de plantas daninhas e espaçamentos

FV	GL	SQ	QM	F
Total	119	995,7523		
Total de redução	47	573,9906	12,21257	2,08**
Bloco	3	22,35901	7,453005	1,27ns
Ano	1	11,46636	11,46636	1,96ns
Bloco*ano	3	13,30903	4,436343	0,76ns
Esp	4	129,8962	32,47404	5,54**
Esp*ano	4	13,91027	3,477568	0,59ns
Bloco*esp*ano	12	71,07504	5,922920	1,01ns
Mpd	2	90,26972	45,13486	7,71**
Mpd*ano	2	148,9850	74,49248	12,72**
Mpd*esp	8	15,41216	1,926520	0,33ns
Mpd*esp*ano	8	57,30788	7,163486	1,22ns
Resíduo	72	421,7617	5,857801	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < ,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($,01 \leq p < ,05$)

ns não significativo ($p \geq ,05$)

ANEXO: Figuras do experimento



Anexo 1. Implantação do experimento



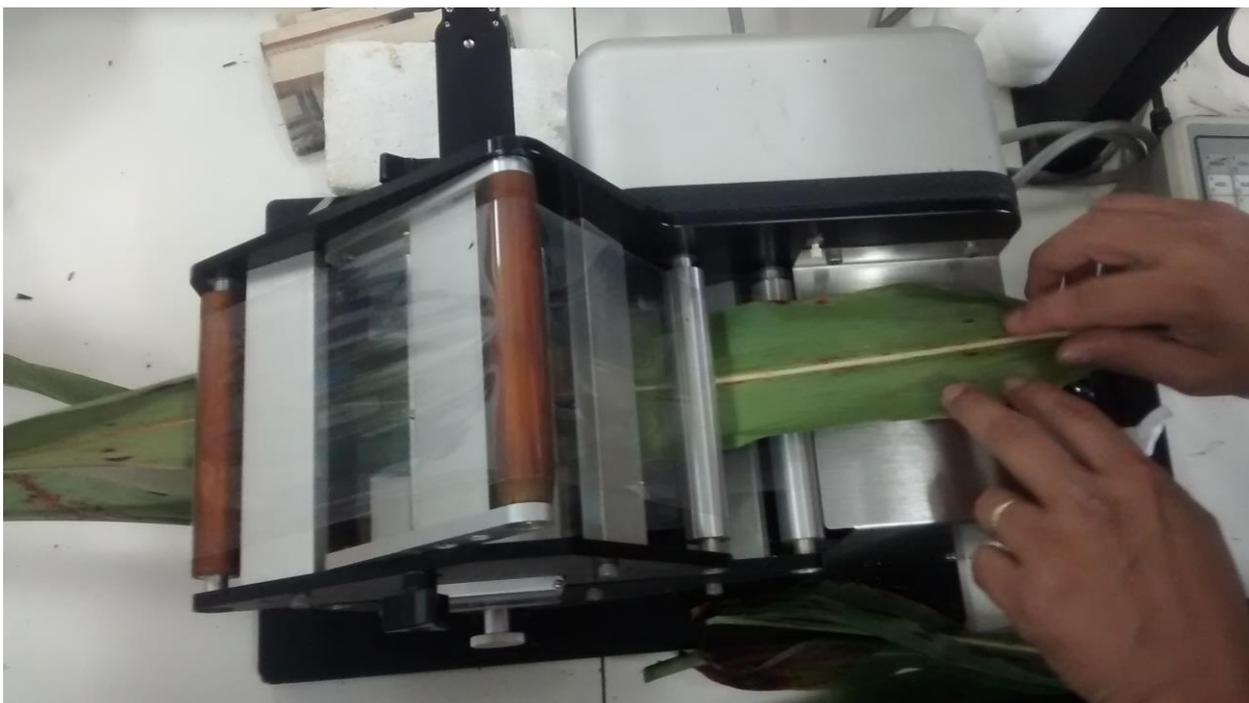
Anexo 2. Sorgo forrageiro aos 45 dias após a semeadura.



Anexo 3. Sorgo forrageiro aos 90 dias após a semeadura.



Anexo 4. Sorgo forrageiro aos 75 dias após a semeadura.



Anexo 4. Medição da área foliar do sorgo forrageiro.



Anexo 5. Mini silo de PVC, com sorgo forrageiro picado.



Anexo 6. Anéis de silagem do sorgo forrageiro.