

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS EXPERIMENTAL DE DRACENA**

**PRODUTIVIDADE DA FORRAGEM DE MILHO E
CAPIM-MARANDU INTEGRADOS EM SISTEMA
AGROSSILVIPASTORIL COM EUCALIPTO**

Miguel Sales Domingues

Zootecnista

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS EXPERIMENTAL DE DRACENA**

**PRODUTIVIDADE DA FORRAGEM DE MILHO E
CAPIM-MARANDU INTEGRADOS EM SISTEMA
AGROSSILVIPASTORIL COM EUCALIPTO**

Miguel Sales Domingues

Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Andrighetto

Coorientador: Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini

Dissertação apresentada ao Câmpus Experimental de Dracena – Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pela Biblioteca do Campus Experimental de Dracena

D671p	Domingues, Miguel Sales. Produtividade da forragem de milho e Capim-marandu integrados em sistema agrossilvipastoril com eucalipto / Miguel Sales Domingues. – Dracena: [s.n.], 2015 62 f. il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Campus Experimental de Dracena. Área de conhecimento: Produção Animal, 2015. Orientadora: Cristiana Andriguetto Coorientador: Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini 1. Eucalipto. 2. Lavoura. 3. Pecuária. 4. Pastagens.
-------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Produtividade da forragem de milho e capim-marandu integrados em sistema agrossilvipastoril com eucalipto

AUTOR: MIGUEL SALES DOMINGUES

ORIENTADORA: Profa. Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. GELCI CARLOS LUPATINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal, Área: PRODUÇÃO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO

Campus Experimental de Dracena / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Prof. Dr. RICARDO DA FONSECA

Coordenadoria Executiva / Unidade de Dracena

Prof. Dr. GUSTAVO PAVAN MATEUS

Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Data da realização: 30 de janeiro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Miguel Sales Domingues, Sorocaba – SP, 25 de março de 1986, Zootecnista formado pela Unesp de Dracena em 2008, onde atuou com iniciação científica e extensão rural nas áreas de pastagem, forragicultura, produção de bovinos de corte e leite. Fez estágios em Universidade e fazendas. Após a formação atuou profissionalmente como administrador agropecuário, supervisor rural e gerente administrativo em fazenda de pecuária de corte e empresas nas áreas de comércio de eucalipto e indústria e comércio de grãos. Em 2012 retornou à Universidade em preparação para o mestrado onde iniciou no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal da Unesp Dracena/Ilha Solteira em março de 2013, atuando na área de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em experimento conduzido por equipe multidisciplinar na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – Polo Regional do Extremo Oeste, Andradina/SP. Atualmente, após aprovação em concurso público, atua como Gestor de Desenvolvimento Rural / Zootecnista na Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural do Mato Grosso do Sul (Agraer), lotado no escritório municipal de Japorã, ao sul do Estado.

“...Eu sei, Seus pensamentos são mais altos que os meus
O Teu caminho é melhor do que o meu
Tua visão vai além do que eu vejo
O Senhor sabe exatamente o que é melhor pra mim...” Trecho da música
Mesmo sem entender – Thalles Roberto

DEDICO

À minha avó “Faustininha Mineira” por ser minha referência em amor, dedicação, trabalho, honestidade, altruísmo e simplicidade.

AGRADECIMENTOS

A execução desta valiosa dissertação e todas as atividades desenvolvidas durante estes anos só foram possíveis pelo empenho, dedicação, companhia, palavras de sabedoria de todos estes que de alguma maneira foram muito importantes;

Agradeço primeiramente ao Grandioso Deus Pai Eterno por tudo o que fez e faz pela vida de todos nós;

A meus pais Miguel e Sônia por me apoiar sempre nas difíceis decisões em minha vida, a meus irmãos pelo apoio incondicional em todos os momentos, a minhas vovós Faustininha e Augusta pela demonstração de carinho constante e a todos os meus familiares pela demonstração de amizade e companheirismo;

À família Brisola com a qual eu convivi nos últimos três anos e me apoiaram, ajudaram, incentivaram e me amaram enquanto lá estive;

Aos amigos Waguim e Kelson que dividiram o mesmo teto no sítio durante estes anos e me receberam como parte de suas famílias com muito companheirismo e apoio;

A todos os docentes do PPGCTA pelos preciosos ensinamentos passados durante o curso, em especial à Cristiana e o Gelci pela maior proximidade, trabalho, orientação e inspiração;

Aos pesquisadores e funcionários da Apta - Andradina em especial ao Dr. Gustavo, Luís, Celsão, Rogério, Júlio, Jurado e todos que contribuíram de alguma forma pela dedicação e apoio sempre de boa vontade e de coração;

Aos integrantes do Nupee que nos apoia e torna possível a execução de um experimento grandioso como o nosso, em especial aos alunos Aline, Manca, Lumbriga, Bia, Tetinha, Mara, Xuxa, Di Carne, Tirulipa, Cleiton;

Aos Prof. Meirelles, Prof. Marco Aurélio (Nhonho) e doutorandas Erikelly e Paty Luz da Unesp de Botucatu;

Ao Doutorando Rafael (Bingola) e Prof. Ricardo do Lucca-Z pela especial e grandiosa colaboração;

A todos agradeço de coração.

SUMÁRIO

	Página
Resumo	iii
Abstract	iv
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	01
1.1 Introdução	01
1.2 Revisão de literatura	02
1.2.1 Sistemas Agrossilvipastoris	02
1.2.2 Desenvolvimento do milho e do capim marandu em sistemas agrossilvipastoris	04
1.3 Referências	07
CAPÍTULO 2 - Desenvolvimento e produtividade da forragem do milho consorciado com capim-marandu em sistema agrossilvipastoril com eucalipto	11
2.1 Introdução	13
2.2. Material e métodos	14
2.2.1 Local e condições edafoclimáticas	14
2.2.2 Caracterização da área e preparo de solo	15
2.2.3 Plantio do eucalipto	15
2.2.4 Plantio da soja	16
2.2.5 Estabelecimento do pasto e do milho	17
2.2.6 Tratamentos e delineamento experimental	18
2.2.7 Altura do milho	18
2.2.8 Índice de conteúdo de clorofila	18
2.2.9 Interceptação luminosa do milho consorciado com capim-marandu	19
2.2.10 Produtividade de massa de forragem do milho	19
2.2.11 Análise estatística	20
2.3 Resultados e Discussão	20
2.4 Conclusão	28
2.5 Referências	28
CAPÍTULO 3 - Desenvolvimento, produtividade e perfilhamento do capim-marandu com e sem milho em sistema agrossilvipastoril com eucalipto	30

3.1 Introdução	32
3.2 Material e métodos	33
3.2.1 Local e condições edafoclimáticas	33
3.2.2 Caracterização da área e preparo de solo	34
3.2.3 Plantio do eucalipto	34
3.2.4 Plantio da soja	35
3.2.5 Estabelecimento do pasto e do milho	36
3.2.6 Tratamentos e delineamento experimental	37
3.2.7 Avaliações de perfilhamento, altura e índice de conteúdo de clorofila do capim-marandu	37
3.2.8 Interceptação luminosa do capim	38
3.2.9 Avaliação da produção da forragem	38
3.2.10 Análise estatística	39
3.3 Resultados e Discussão	39
3.4 Conclusões	52
3.5 Referências	52
APÊNDICE	55

PRODUTIVIDADE DA FORRAGEM DE MILHO E CAPIM-MARANDU INTEGRADOS EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL COM EUCALIPTO

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento, interceptação luminosa e índice de conteúdo de clorofila do milho consorciado com capim marandu, a produtividade de forragem do milho consorciado com capim-marandu e o desenvolvimento, interceptação luminosa, índice de conteúdo de clorofila e produtividade do capim-marandu consorciado ou não com o milho em sistema agrossilvipastoril. O experimento foi conduzido na APTA – Andradina, SP e os tratamentos foram sem eucalipto (controle), sistemas com eucalipto (1 e 3 linhas) e dentro destes, cinco distâncias em relação às árvores (2, 4, 6, 8 e 10 m). Entre as faixas de eucalipto foi utilizado o sistema de integração com o capim-marandu consorciado ou não com a cultura do milho. Foram avaliados no milho: altura de planta, altura de inserção de espiga, índice de conteúdo de clorofila (ICC), interceptação luminosa, produtividade de forragem na massa verde e seca e teor de matéria seca. No capim foram avaliados o perfilhamento, altura, ICC, interceptação luminosa e produtividade de massa seca. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com tratamento adicional (controle) e 4 repetições. A produtividade da forragem de milho, matéria seca, altura das plantas na colheita e altura de inserção de espiga não foram influenciadas pelos arranjos de árvores. À distância de 2 m em relação às árvores apresentou menores valores de produtividade, matéria seca, altura na colheita e altura de inserção de espiga. Houve diferença entre os valores de interceptação luminosa no milho entre as distâncias nas duas primeiras avaliações. As alturas durante o desenvolvimento do milho não foram afetadas pelas distâncias, nem pelos arranjos de árvores e não houve diferença entre o tratamento controle e os sistemas agrossilvipastoris. O ICC do milho não foi influenciado pelas distâncias em relação às árvores, nem pelos arranjos e não houve diferença entre o controle e os sistemas agrossilvipastoris. A altura do capim nas distâncias em relação às árvores foi menor nas duas primeiras avaliações. A interceptação luminosa do capim foi menor à distância de 2 m das árvores na última avaliação. A produtividade de massa seca do capim foi semelhante entre os arranjos de árvores e nos tratamentos com milho não apresentaram diferenças entre as distâncias avaliadas. O ICC do capim-marandu entre os arranjos de árvores não diferiu nas avaliações. O ICC foi maior no capim sem milho em relação ao consorciado na primeira avaliação e nas demais não houve diferença. Não houve diferença entre as distâncias no ICC do capim. Houve maior perfilhamento do capim no tratamento sem a cultura do milho. Não houve diferença entre as distâncias avaliadas no perfilhamento do capim nas quatro primeiras avaliações, mas na última foi maior à 10 m das árvores no tratamento sem milho. Conclui-se que a produtividade, a matéria seca da forragem do milho e a interceptação luminosa do capim-marandu são menores próximo (2m) das árvores de eucalipto. A partir de 4 m, o capim-marandu tem maior produtividade sem o consórcio com o milho, que diminui o perfilhamento do capim-marandu.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, integração lavoura-pecuária-floresta, sombreamento, *Urochloa brizantha*, *Zea mays*

PRODUCTIVITY OF MAIZE FORAGE AND MARANDU GRASS INTERCROP UNDER AGROSILVOPASTORAL SYSTEM WITH EUCALYPTUS

ABSTRACT - The objective was to evaluate the development, light interception and chlorophyll content index of maize intercropped with marandu grass, the productivity of maize forage intercropped with marandu grass and development, light interception, chlorophyll content index and productivity of marandu grass intercropped or not with maize in an agrosilvopastoral system. The experiment was conducted at APTA - Andradina, SP and treatments were no eucalyptus (full sun: control) systems with eucalyptus (one and three rows) and within these five distances from trees (2, 4, 6, 8 and 10 m). Between strips eucalyptus was used integration with marandu grass with or without maize. Were evaluated in maize: plant height, ear height, chlorophyll content index, light interception, dry matter, fresh and dry matter forage. In grass tillering, height, chlorophyll content index, light interception and productivity of dry matter were evaluated. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement with additional treatment (control) and four repetitions. The productivity of maize forage, dry matter, plant height, ear height were not influenced by the arrangements of trees. At a distance of 2 m from the trees had lower productivity, dry matter, plant height and ear height. Was difference between the values of light interception in maize distances between the first two evaluations. The heights during the development of maize were not affected by distance, or by arrangements of trees and there was no difference between the control and the agrosilvopastoral systems. Chlorophyll content index maize was not affected by distances from trees, or by arrangements and no difference between the control and the agrosilvopastoral systems. The height of the grass at distances from trees was lower in the first two evaluations. The light interception of the grass was shorter distance of 2 m from the trees in the last evaluation. The productivity of the grass was similar between the arrangements of trees. The productivity of grass in the treatments with maize did not show differences among the evaluated distances. The chlorophyll content index of marandu grass between arrangements of the trees did not differ on the evaluations. The chlorophyll content index was higher in the grass without maize versus intercropped in the first evaluation and in the other there was no difference. There was no difference between the distances in the chlorophyll content index of the grass. There was a higher tillering of the grass in the treatment without the maize. There was no difference between the distances measured at tillering of the grass in the first four evaluations, but was higher in the last 10 m of the trees on treatment without maize. It is concluded that the productivity of forage and dry matter of maize and light interception of marandu grass are smaller neighbor (2 m) of eucalyptus trees. From 4 m, the marandu grass without intercrop with maize has increased productivity and intercropping maize with grass reduces tillering.

Keywords: crop-livestock-forest integration, *Eucalyptus*, shade, *Urochloa brizantha*, *Zea mays*

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1.1 Introdução

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina. Praticamente toda a produção brasileira de carne bovina tem como base as pastagens, a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para os bovinos. As pastagens, portanto, desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, garantindo baixos custos de produção (DIAS-FILHO, 2014).

Os sistemas agrossilvipastoris são uma modalidade de uso do solo mais complexa do que o cultivo agrícola, da pastagem ou de florestas plantadas em monocultivo. Por se tratar de uma técnica de uso do solo capaz de recuperar ecossistemas alterados pelo mau manejo, estes sistemas, pela integração de atividades agrícolas, pecuárias e silviculturais, passam a representar uma tecnologia que confere maior sustentabilidade que os sistemas tradicionais, nos quais os monocultivos são predominantes (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

A cultura do milho (*Zea mays*) se destaca no contexto da integração lavoura-pecuária devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal na forma de grãos, de forragem verde ou conservada (silagem); na alimentação humana e na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente (ALVARENGA et al., 2006). Segundo Macedo et al. (2006), é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com florestas devido à simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas.

No caso das espécies forrageiras utilizada nos sistemas agrossilvipastoris, alguns estudos já foram realizados no Brasil avaliando a tolerância de algumas forrageiras ao sombreamento. As gramíneas *Megathyrsus maximum*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha* tem apresentado bons resultados.

Um dos desafios nos sistemas agrossilvipastoris é a influência da sombra no crescimento do milho e da pastagem, onde a luminosidade é provavelmente o fator mais importante a ser considerado nestes sistemas, pois as árvores interceptam

parte da radiação incidente, restringindo a luminosidade no sub-bosque, afetando tanto o crescimento da cultura do milho como da forragem.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desenvolvimento, índice de conteúdo de clorofila, interceptação luminosa e produtividade de forragem do milho consorciado com capim e do capim-marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril.

1.2 Revisão de literatura

1.2.1 Sistemas Agrossilvipastoris

As pastagens constituem a base da alimentação dos bovinos no Brasil e assumem dois aspectos importantes. O primeiro é que viabilizam a competitividade brasileira, e o segundo é o fato de possibilitarem a produção de forma natural, com respeito ao ambiente e aos animais, viabilizando o atendimento da grande demanda mundial por alimento (EUCLIDES e MEDEIROS, 2005). Além disso, é necessário considerar a grande área ocupada pelas pastagens no Brasil, 172 milhões de hectares (IBGE, 2006), as quais devem continuar a ser a principal fonte de alimento para os bovinos de corte. Em relação à importância do componente florestal, segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF), a área de florestas plantadas com *Eucalyptus* no Brasil ultrapassa 5 milhões de ha, sendo só no Estado de São Paulo o cultivo de mais de 1 milhão de ha, o que representa 20% do total (ABRAF, 2013).

No ano de 2013 foram abatidas cerca de 42,9 milhões de cabeças de bovinos, das quais aproximadamente 36 milhões (84%) foram criadas e terminadas exclusivamente em pastagens, principalmente pastagens tropicais (ANUALPEC, 2014). Entretanto, o manejo inadequado dessas pastagens tem se constituído na principal limitação para que a pecuária de corte seja uma atividade competitiva frente às demais atividades agrícolas.

A degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal, e pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade

(MACEDO e ZIMMER, 1993; ZIMMER et al. 1994; MACEDO, 2000). Os sistemas de integração diminuem a degradação química, física ou biológica do solo tornando-se uma ferramenta importante para reduzir a área de pastagens degradadas.

A renovação de pastagem pode ser realizada pela integração com a lavoura, de maneira global podem-se dividir os métodos de recuperação e renovação de pastagens pelas formas direta e indireta. Entende-se por recuperação direta de pastagens as práticas mecânicas e químicas aplicadas a uma pastagem com o intuito de revigorá-la sem substituir a espécie forrageira existente. A recuperação indireta de pastagens degradadas pode ser compreendida como aquela efetuada através de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se de uma pastagem anual (milheto, aveia) ou de uma lavoura anual de grãos (milho, soja, arroz) por certo período de tempo a fim de revigorar a espécie forrageira existente (MACEDO, 2001).

Portanto, a renovação de pastagens ocorre por meio do consórcio com culturas anuais, como arroz, milho ou sorgo. Nesse caso, é feita a semeadura simultânea da cultura anual e da forrageira, ou aproveita-se o potencial das sementes da forrageira existentes no solo, tendo-se o pasto formado logo após a colheita da cultura (KICHEL et al., 1999).

Segundo Balbino et al. (2011), os sistemas de integração podem ser classificados e definidos em quatro grandes grupos distintos de produção. a) Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril: sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos. b) Integração Pecuária-Floresta (ILPF) ou Silvipastoril: sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e o componente florestal, em consórcio. c) Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola: sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes). d) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

O modelo de integração lavoura-pecuária-floresta, constitui uma prática agroflorestal planejada, para se obter benefícios das interações biológicas entre os

componentes do sistema. Além disso, o modelo pode possibilitar o aumento de renda da propriedade, pela exploração econômica de mais de um produto comercializável (PACIULLO et al., 2011).

No Brasil, diversas políticas governamentais têm como objetivo encorajar ações de desenvolvimento socioeconômico atreladas às questões de proteção e de sustentabilidade ambiental. Dentro desse contexto, a adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) se justifica pela necessidade de associar a produção agropecuária com serviços ambientais, tais como sequestro de carbono, aumento de estoque e qualidade de água, conservação do solo, diminuição da erosão, e aumento da biodiversidade dos sistemas produtivos (BRASIL, 2012).

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC é um dos planos setoriais elaborados que tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) no setor agropecuário assumidos pelo País. O Plano ABC é composto por sete programas, sendo um deles o que engloba a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). A abrangência do Plano ABC é nacional e seu período de vigência é de 2010 a 2020. Para o alcance dos objetivos traçados pelo Plano ABC, no período, estima-se que serão necessários recursos da ordem de R\$ 197 bilhões, financiados com fontes orçamentárias ou por meio de linhas de crédito (BRASIL, 2012).

1.2.2 Desenvolvimento do milho e do capim marandu em sistemas agrossilvipastoris

Um dos desafios nos sistemas agrossilvipastoris é a influencia da sombra no crescimento do milho e da pastagem. Segundo Perin et al. (2011), a luminosidade é provavelmente o fator mais importante a ser considerado em sistemas agrossilvipastoris, em que, as árvores já estão presentes e apresentam um porte já adiantado, pois interceptam parte da radiação incidente, restringindo a luminosidade no sub-bosque, afetando tanto o crescimento da cultura do milho como da forragem.

Citando ainda Perin et al. (2011), a produtividade de milho aumenta de maneira linear à medida em as linhas de milho que se distanciaram da linha de árvores, produzindo aproximadamente 7 vezes a mais no ponto mais distante das árvores do que no ponto mais próximo. Neste experimento foram avaliadas as distâncias de 2,4 m até 9,6 m das árvores, com intervalos de 0,9 m. Esse padrão de resposta esteve intimamente ligado à oferta de luz nas regiões do sub-bosque, evidenciando que a proximidade das árvores restringiu a disponibilidade de luz, provavelmente em decorrência da maior captação da radiação incidente pela copa das árvores e pela projeção de sua sombra de forma mais intensa nas regiões mais próximas ao caule, ao passo em que a maior distância das árvores permitiu maior penetração de luz.

Viana et al. (2012), avaliando dois arranjos de eucaliptos (9 m e 20m entre linhas de eucalipto) observaram que a maior produção de milho para silagem ocorreu no maior espaçamento, 20m, evidenciando a influência de arranjos mais amplos que favorecem o incremento na produção de forragem de milho.

No caso das espécies forrageiras utilizada nos sistemas agrossilvipastoris, alguns estudos já foram realizados no Brasil avaliando a tolerância de algumas forrageiras ao sombreamento, tanto natural quanto artificial. As gramíneas que têm apresentado os melhores resultados são o *Megathyrsus maximum*, a *Urochloa decumbens* e a *Urochloa brizantha* (GARCIA et al., 2005). O gênero *Urochloa*, de grande representatividade nos sistemas de produção animal no Brasil, ocupa cerca de 85% das áreas de pastagens cultivadas (MOREIRA et al., 2011).

A espécie e o arranjo espacial do componente arbóreo são responsáveis pelo nível de luz que chega ao dossel forrageiro e afetam o crescimento da pastagem. Em estudo conduzido na região dos Cerrados do Amapá, Meirelles e Mochiutti (2009) avaliaram a taxa de acúmulo de massa de forragem em cinco gramíneas forrageiras do gênero *Urochloa* cultivadas sob três regimes de luminosidade: Pleno sol e sombreamento em sub-bosque de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) com densidades de 417 e 833 árvores/ha. O sombreamento intenso ocasionado pela maior densidade de árvores limitou o crescimento de todas as gramíneas estudadas, porém, o capim-marandu, uma das gramíneas avaliadas, apresentou maior capacidade produtiva e tolerância ao sombreamento proporcionado por 417

árvores/ha, destacando-se como opção para uso em sistemas silvipastoris na região.

Com o crescimento das árvores, em sistemas agrossilvipastoris, há uma diminuição progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque que influencia a produtividade do pasto. O sombreamento pode comprometer a produção de forragem (GUENNI et al., 2008), mas há evidências de seus benefícios sob determinadas condições. Com sombreamento moderado, algumas gramíneas, que apresentam tolerância mediana a esse tipo de ambiente, podem manter sua produção semelhante à do cultivo a sol pleno ou mesmo aumentar (SOUSA et al., 2010).

A produtividade e a persistência de forrageiras cultivadas sob árvores podem ser influenciadas diretamente pelo efeito do sombreamento, podendo interferir no crescimento e no desenvolvimento da parte aérea e especialmente das raízes, havendo decréscimo de ambas quando os níveis de radiação são inadequados, com reflexos na redução da taxa fotossintética e na absorção de nutrientes (GUENNI et al., 2008).

A literatura indica que o crescimento das forrageiras depende de sua tolerância ao sombreamento e da percentagem de sombra imposta ao subbosque. Para gramíneas do gênero *Urochloa* sob sombreamento moderado, redução de 25 a 35% da radiação fotossinteticamente ativa, têm-se obtido produções de forragem semelhantes ou maiores do que a pleno sol (SOARES et al., 2009).

Segundo Sánchez (2001), a introdução de árvores e arbustos de uso múltiplo ou forrageiro em pastagens pode aumentar não somente a quantidade, mas também a qualidade da forrageira disponível aos animais. O valor nutritivo do pasto também é influenciado pela presença de árvores em sistemas agrossilvipastoris, principalmente em razão de adaptações morfofisiológicas (BARUCH e GUENNI, 2007).

Castro et al. (1998) citam a necessidade de maiores informações sobre o comportamento das principais forrageiras tropicais como as do gênero *Urochloa* que, sob luminosidade reduzida, têm sua composição química e digestibilidade afetadas.

Entre as principais alterações, destacam-se o aumento da relação parte aérea:raiz, o alongamento de caules, pecíolos e entrenós, o alongamento da lâmina

foliar em gramíneas, a redução da ramificação e do perfilhamento, o aumento da área foliar específica e as modificações na relação folha:caule e no ângulo de inclinação das folhas (GOBBI et al., 2009).

A adaptação das plantas forrageiras à variação da intensidade luminosa está ligada a modificações morfofisiológicas (DIAS-FILHO, 2000). As alterações morfológicas em plantas forrageiras sombreadas podem permitir à planta tolerar diferentes níveis de sombra. Assim, a capacidade de uma espécie de desenvolver um ou mais desses mecanismos de aclimatação determina sua capacidade de crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas agrossilvipastoris (FERNÁNDEZ et al., 2004).

Diante do exposto, os sistemas agrossilvipastoris tornam-se sistemas sustentáveis, beneficiando o produtor e o meio-ambiente. Entretanto, a sombra das árvores pode alterar o desenvolvimento e produtividade do milho, produtividade, crescimento e o comportamento da espécie forrageira. Na literatura são poucos os trabalhos que estudaram o efeito do sombreamento com árvores no desenvolvimento das gramíneas, a maior parte dos trabalhos utiliza a sombra artificial, que não representa a realidade da sombra de árvores, pois as árvores proporcionam entrada de luz difusa na forragem, a sombra das árvores muda de posição durante o dia e a artificial é estática. O microclima embaixo das árvores é diferente, proporcionando maior umidade do ar que o sombrite. Além disso, as folhas das árvores caem e contribuem para o aumento da matéria orgânica do solo, alterando a qualidade da forragem. Por esses motivos faz-se necessário mais estudos sobre o impacto do sombreamento com árvores na pastagem e também no milho utilizado para a implantação das pastagens.

1.3 Referências

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.

ALVARENGA, R. C., COBUCCI, T., KLUTHCOUSKI, J., WRUCK, F. J., CRUZ, J. C., GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração-lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 12 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 80), 2006.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP, 2014. 313p.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFIRIO DA SILVA, V. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1-12, out. 2011.

BARUCH, Z.; GUENNI, O. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*. **Tropical Grasslands**, v.41, p.269-276, 2007.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.77-87, 2009 (Edição especial).

BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**. 2012. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/plano-abc>. Acesso em: 10 abr. 2013.

CASTRO, C. R. T. de; CARVALHO, M. M.; GARCIA, R.; COUTO, L. Efeito do sombreamento artificial sobre o valor nutritivo de seis gramíneas forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: NO CONTEXTO DA QUALIDADE AMBIENTAL E COMPETITIVIDADE, 2., 1998, Belém, PA. **Resumos Expandidos...** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p. 23-25.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).

DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2335-2341, 2000.

EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. de. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 33-70.

FERNÁNDEZ, M.E.; GYENGE, J.E.; SCHLICHTER, T.M. Shade acclimation in the forage grass *Festuca pallescens*: biomass allocation and forage orientation. **Agroforestry Systems**, v.60, p.159-166, 2004.

GARCIA, R.; BERNARDINO, F.S.; GARCEZ NETO, A.F. Sistemas Silvipastoris. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 5., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2005, p.1-64.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; VENTRELLA, M.C.; ROCHA, G.C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

IBGE. [2006]. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm> Acesso em: 24 jun. 2013.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; ZIMMER, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: I SIMPÓSIO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p.201-234

MACEDO, M.C.M. **Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 12p.

MACEDO, M.C.M. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 16.; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCION ANIMAL, 3., 2000, Montevideu. **Anais...** Asociación Latinoamericana de Produccion Animal, 2000. CD-ROM.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 1993. p.216-245.

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S.; OLIVEIRA, T.K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.701-709, 2006.

MEIRELLES, P.R.L.; MOCHIUTTI, S. Níveis de sombreamento e taxas de acumulação de massa seca de forragem em gramíneas tropicais. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 7., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília, 2009. 3p. (CD-ROM).

MOREIRA, L.M.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.914-921, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R.T.; FERNANDES, P.B.; MÜLLER, M.D.; PIRES, M.F.A.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características

produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1176-1183. 2011.

PERIN, R.; SOUZA, J.N.; MORAIS, R.R. de; TONATO, F.; ROCHA, R.N.C.; FONTES, J.R.A. Efeito do sombreamento na produtividade de milho em sistemas agrossilvipastoris. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA : SBSAF : Embrapa Amazônia Oriental: UFRA : CEPLAC : EMATER : ICRAF, 2011. 1 CD-ROM.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUZA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

SOUZA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

VIANA, M.C.M.; ALVARENGA, R.C.; MASCARENHAS, M.H.T.; MACEDO, G.A.R.; SILVA, E.A.; SILVA, K.T.; RIBEIRO, P.C.O. Consorciação de culturas com o eucalipto no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos...** Águas de Lindóia: IAC, 2012. Disponível em <http://www.abms.org.br/29cn_milho/07718.pdf> Acesso em: 24 set. 2014.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p.

CAPÍTULO 2 – Desenvolvimento e produtividade da forragem do milho consorciado com capim-marandu em sistema agrossilvipastoril com eucalipto

RESUMO - A pecuária brasileira possui vários entraves à produtividade como a degradação das pastagens e a escassez de alimento volumoso para alimentação dos animais durante o período seco do ano. Os sistemas agrossilvipastoris são sistemas de produção utilizados para a recuperação de áreas degradadas, por meio do emprego de lavouras. O uso do milho com capim é interessante no consórcio e as forrageiras do gênero *Urochloa* são as mais utilizadas, destacando-se por apresentar excelente adaptação aos solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento, considerável produção de biomassa e é também considerada importante competidora com espécies daninhas das culturas anuais. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento, interceptação luminosa e índice de conteúdo de clorofila (ICC) do milho consorciado com capim-marandu em sistema agrossilvipastoril com 1 linha de eucalipto, 3 linhas de eucalipto e a pleno sol. O experimento foi conduzido na APTA – Andradina, SP e os tratamentos foram sem eucalipto (pleno sol: controle), sistemas com eucalipto (1 e 3 linhas) e dentro destes, cinco distâncias em relação às árvores (2, 4, 6, 8 e 10 m). Entre as faixas de eucalipto foi utilizado o sistema de integração com o milho consorciado com capim-marandu. Foram avaliadas as seguintes características produtivas do milho: altura de planta, altura de inserção de espiga, ICC, interceptação luminosa, produção de massa verde, matéria seca e massa seca de forragem do milho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com tratamento adicional (controle) tendo quatro repetições. A produtividade da forragem de milho, matéria seca, altura das plantas na colheita e altura de inserção de espiga não foram influenciadas pelos arranjos de árvores. À distância de 2 m em relação às árvores apresentou menores valores de produtividade, teor de matéria seca, altura na colheita e altura de inserção de espiga. Houve diferença entre os valores de interceptação luminosa no milho entre as distâncias nas duas primeiras avaliações. As alturas durante o desenvolvimento do milho não foram afetadas pelas distâncias, nem pelos arranjos de árvores e não houve diferença entre tratamento controle e sistemas agrossilvipastoris. O ICC do milho não foi influenciado pelas distâncias em relação às árvores, nem pelos arranjos e não houve diferença entre controle e sistemas agrossilvipastoris. Conclui-se que a produtividade e o teor de matéria seca da forragem do milho são afetados próximo (2 m) das árvores de eucalipto.

Palavras-chave: integração lavoura-pecuária-floresta, interceptação luminosa, sombreamento, *Urochloa brizantha*, *Zea mays*

Development and productivity of maize forage intercropped with marandu grass in agrosilvopastoral system with eucalyptus

ABSTRACT - The Brazilian cattle has barriers to productivity as pasture degradation and scarcity of forage food for animal feed during the dry season. The agroforestry systems are production systems used for the recovery of degraded areas, through the use of crops. The intercropping with maize to grass is interesting and the plant genus *Urochloa* are the most used, because of their excellent adaptation to low soil fertility, easy establishment, considerable biomass production and is also considered important competitor with weeds of annual crops. The objective was to evaluate the development, light interception and chlorophyll content index of maize intercropped with marandu grass in agrosilvopastoral system with one row, three rows of eucalyptus and full sun. The experiment was conducted at APTA - Andradina, SP and treatments were no eucalyptus (full sun: control) systems with eucalyptus (one and three rows) and within these five distances from trees (2, 4, 6, 8 and 10 m). Between strips eucalyptus system integration with maize intercropped with marandu grass was used. Plant height, ear height, chlorophyll content index, light interception, dry matter, fresh and dry matter forage of maize were evaluated. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement with additional treatment (control) with four repetitions. The productivity of maize forage, dry matter, plant height, ear height were not influenced by the arrangements of trees. At a distance of 2 m from the trees had lower productivity, dry matter, plant height and ear height. Was difference between the values of light interception in maize distances between the first two evaluations. The heights during the development of maize were not affected by distance, or by arrangements of trees and there was no difference between the control and the agrosilvopastoral systems. Chlorophyll content index maize was not affected by distances from trees, or by arrangements and no difference between the control and the agrosilvopastoral systems. It is concluded that the productivity and dry matter of forage of maize are affected neighbor (2 m) of eucalyptus trees.

Key words: crop-livestock-forest integration, light interception, shade, *Urochloa brizantha*, *Zea mays*

2.1 Introdução

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de milho, com uma produção total de 79,905 milhões de toneladas e área plantada, somadas safra e safrinha, de 15,801 milhões de ha, com o Estado de São Paulo responsável pelo plantio de 753,8 mil ha, na safra 2013/14. Na mesma, foram colhidas 31,653 milhões de toneladas na primeira safra ou semeadura de verão, e, 48,253 milhões de toneladas na segunda safra ou “safrinha” (CONAB, 2014).

O milho é muito utilizado para a formação de sistemas consorciados com florestas devido à sua simplicidade de condução da lavoura. Em virtude de suas potencialidades econômicas e da magnitude das áreas plantadas anualmente, o milho e as florestas de eucalipto constituem duas culturas importantes para o País e o cultivo simultâneo dessas duas espécies na mesma área deverá ser encarado como uma hipótese de estudo, sobretudo, em regiões de grande potencial agroflorestal (MACEDO et al., 2006) como o caso da Região Centro-Sul do País.

Uma das vantagens do uso do milho com capim é a competitividade no consórcio, visto que o porte alto das plantas de milho exerce, depois de estabelecidas, grande pressão de supressão sobre as demais espécies que crescem no mesmo local. A altura de inserção da espiga permite que a colheita seja realizada sem maiores problemas, pois a colheita mais alta da plataforma diminui os riscos de embuchamento (ALVARENGA et al., 2006).

De acordo com Oliveira (2001), as forrageiras do gênero *Urochloa* são as mais utilizadas em consórcio com a cultura do milho, destacam-se por apresentar excelente adaptação aos solos com restrições na baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal. Pela sua agressividade e resistência, é também considerada importante competidora com espécies daninhas das culturas anuais.

A utilização de silagem como volumoso em sistemas mais intensivos de produção pecuária é uma prática adotada por um número cada vez maior de produtores de leite, no confinamento para terminação de animais e/ou procuram ter uma constância no desempenho animal. A utilização dessa forma de conservação

de forragem é uma alternativa para os períodos com escassez de forragem (LUPATINI; NUNES, 1999).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento, índice de conteúdo de clorofila, interceptação luminosa e produtividade de forragem do milho consorciado com capim-marandu em sistema agrossilvipastoril.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Local e condições edafoclimáticas

O experimento foi realizado na APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Regional do Extremo Oeste, localizada no município de Andradina (20° 53' 46" de latitude sul, 51° 22' 46" de longitude oeste e 405 m de altitude), oeste do Estado de São Paulo. Os dados climáticos como temperaturas máxima, mínima e média e precipitação foram obtidos na Estação Meteorológica da APTA – Polo Regional do Extremo Oeste e estão descritos na Figura 1.

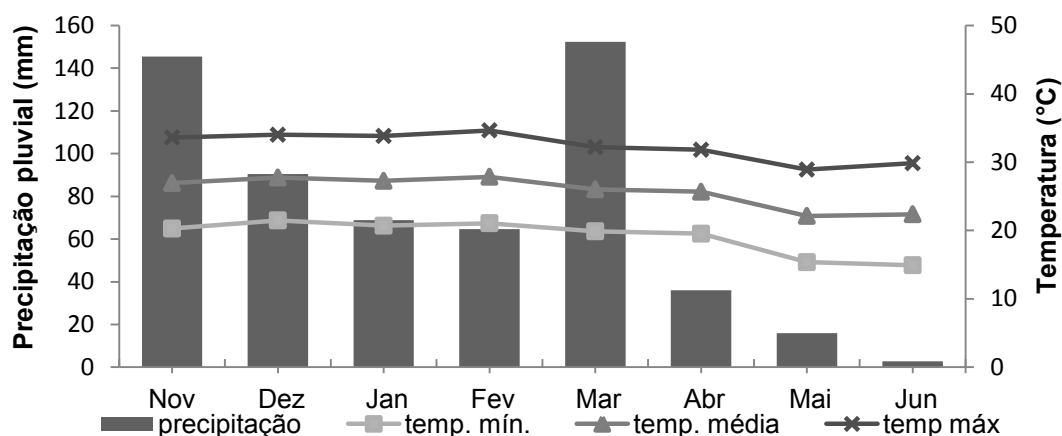


Figura 1. Precipitação (mm) e temperaturas mínimas, médias e máximas (°C) mensais (novembro a junho) durante a condução do experimento. Andradina-SP, 2013/2014.

O clima predominante na região, de acordo com a classificação de Koeppen, é o Aw, caracterizando-se como tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O solo da área é do tipo Argissolo

Vermelho-Amarelo distrófico com camada superficial arenosa e a declividade média do terreno é de 6%

2.2.2 Caracterização da área e preparo de solo

O projeto iniciou-se em dezembro de 2011, quando a área foi selecionada e o levantamento topográfico realizado. No primeiro semestre de 2012 foi projetado o experimento, com a escolha dos tratamentos e divisão dos piquetes. No segundo semestre de 2012 foram realizadas: amostragem e análise de solo, preparo do solo, calagem, gessagem e marcação dos tratamentos para iniciar o plantio.

Em julho de 2012, a área foi corrigida baseada nas análises químicas (0 – 20cm) do solo, que apresentava os seguintes atributos: pH (CaCl_2) 4,8; M.O. 16 g dm^{-3} ; P (resina) 3 mg dm^{-3} ; K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e H+Al 1,9; 7; 5 e $20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, S-SO_4^{2-} 1 mg dm^{-3} e V% (saturação por bases) de 42. O teor de argila; silte e areia foi 107; 113 e 780 g kg^{-1} , respectivamente. Foi aplicado a lanço e incorporado o calcário dolomítico (PRNT 80%) na quantidade média de 1200 kg ha^{-1} para elevação da saturação por bases a 70% e gesso agrícola em área total na quantidade de 600 kg ha^{-1} visando fornecimento de enxofre às culturas, conforme recomendação do Boletim 100 (Raij et al., 1997) para o Estado de São Paulo. No preparo de solo foram realizados terraceamento, uma gradagem aradora, aração e gradagem niveladora.

2.2.3 Plantio do eucalipto

O clone de eucalipto utilizado no plantio foi o I-224 (*Eucalyptus urograndis*), com perfil para produção de celulose. Na adubação de plantio foi utilizado 350 kg ha^{-1} da fórmula 04-30-16, sendo a quantidade de 210 g por muda (8,4 g N, 63 g P_2O_5 , 33,6 g de K_2O) na cova de plantio. O plantio foi realizado em novembro de 2012. Na adubação de cobertura realizada em fevereiro de 2013, foram utilizados 37 kg ha^{-1} de nitrogênio, 3 kg ha^{-1} de zinco e 2 kg ha^{-1} de boro, aplicando-se 50 g de ureia (23 g N), 9 g de sulfato de zinco (1,8 g Zn) e 12 g de borogran (1,2 g B) em coroamento sob cada muda de eucalipto. Em janeiro de 2014, foi realizada mais

uma adubação de cobertura com 123 kg ha^{-1} de N, utilizando 160 g de ureia (73,6 g N) em forma de coroa sob cada muda.

Conforme necessidade foram realizados tratos culturais visando o controle de daninhas e irrigação pontual nas árvores recém-plantadas. Replantios foram realizados em parte da área em função de temperaturas elevadas concomitantes ao déficit hídrico (veranicos) no período.

Em fevereiro e março de 2013 foram realizados controles de besouros no eucalipto com aplicação de inseticida Karat Zeon (150 mL ha^{-1}) + Match (200 mL ha^{-1}) e Endossulfan (1 L ha^{-1}) via pulverizador de barra tratorizado de 600 L.

Em fevereiro de 2014 foi realizado controle de besouros no eucalipto com aplicação de inseticida Lorsban – $0,8 \text{ L/ha}$ + Actara 250 – $0,2 \text{ kg/ha}$ via pulverizador tratorizado de 600 L com utilização de barra na posição vertical.

2.2.4 Plantio da soja

A semeadura da soja foi feita no mês de dezembro 2012, sendo a cultivar BMX Potência, utilizando a semeadora Semeato modelo SAM 200 com quatro linhas, na densidade de 20 sementes por metro de sulco e espaçamento de 0,50 m entrelinhas, totalizando 400.000 sementes/ha. A adubação mineral de semeadura foi de 300 kg ha^{-1} do fertilizante formulado 4-30-16, correspondendo à aplicação de 12 kg ha^{-1} de N, 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 48 kg ha^{-1} de K_2O . A adubação de cobertura foi efetuada 40 dias após o plantio, aplicando-se 200 kg ha^{-1} do formulado 00-20-20, para melhorar os níveis de nutrientes, já que era uma área degradada de pastagem.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência na soja foi realizado em 24/01/2013, aplicando herbicida a base de Glyfosate (Zapp QI 620), na dose de $1.240 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ com volume de calda de 250 L ha^{-1} , por meio de pulverizador tratorizado de barras, utilizando bicos do tipo leque espaçados em 0,50 m. Nesta aplicação, em mistura de tanque, utilizou-se fertilizante a base de cobalto e molibdênio (COMO Platinum), na dose de 150 mL ha^{-1} do produto comercial. A colheita foi realizada em maio de 2013, com produtividade média de 35 sc ha^{-1} .

2.2.5 Estabelecimento do pasto e do milho

Antes do estabelecimento, foi efetuado o controle das plantas daninhas emergentes na área pós-colheita da soja viabilizando o plantio direto do milho em dezembro/2013. A área foi dessecada com utilização de herbicida a base de Glyphosate (Roundup WG), na dose de 1440 g i.a. ha⁻¹ com volume de aplicação de 250 L ha⁻¹, por meio de pulverizador tratorizado de barras, utilizando bicos do tipo leque espaçados em 0,50 m.

Em dezembro de 2013 o capim e o milho foram semeados. Foi utilizada a *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu, na densidade de sementes de 8,0 kg ha⁻¹ de sementes puras e viáveis, plantadas com espaçamento entrelinhas de 0,20 m com a utilização de semeadora de plantio direto Semeato modelo SAM 200, tracionada por um trator New Holland modelo TL 75 4 x 4. E após a semeadura do capim, o milho foi semeado sendo o híbrido BG 7049 (Biogene) e as sementes tratadas com inseticida à base de Thiametoxan (Cruiser 350) na dosagem de 300 mL 100 kg⁻¹ de sementes. O espaçamento foi de 0,80 m entrelinhas, visando atingir a densidade populacional de 62.500 plantas por hectare e a adubação de plantio foi de 310 kg ha⁻¹ de 8-28-16, o que corresponde a 24,8 kg ha⁻¹ de N, 86,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 49,6 kg ha⁻¹ de K₂O e 20 dias após a emergência das plantas de milho foi feita a adubação de cobertura com 92 kg ha⁻¹ de nitrogênio via ureia.

Em janeiro de 2014 foi realizado controle de lagartas com aplicação de inseticidas químico a base de Lambda-cyhalothrin (Karate Zeon), na proporção de 7,5 g i.a. ha⁻¹ e inseticida a base de Lufenuron (Match CE) na proporção de 15 g i.a. ha⁻¹, conjuntamente com herbicida seletivo para folha larga à base de Atrazine (Primóleo), na dose de 2400 g i.a. ha⁻¹ para controle de plantas daninhas no milho e na pastagem através de pulverizador tratorizado de barras com volume de aplicação de 250 L ha⁻¹.

2.2.6 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em arranjo fatorial com tratamento adicional [(2 x 5)+1] sendo dois sistemas com árvores, agrossilvipastoril com 1 linha de eucalipto (espaçamento entre plantas 2 m, 17 a 23 m entre renques, 200 árvores ha⁻¹) e agrossilvipastoril com três linhas de eucalipto (espaçamento entre plantas de 2 m, entrelinhas de 3 m, 17 a 23 m entre renques, 500 árvores ha⁻¹); cinco distâncias em relação às árvores, 2, 4, 6, 8 e 10 m e tratamento controle (sem árvores, pleno sol), todos com 4 repetições. Foram utilizadas parcelas de 5 m de largura x 10 m de comprimento, perpendiculares às linhas de eucalipto com semeadura do milho consorciado com capim-marandu nas faixas entre os renques de árvores.

2.2.7 Altura do milho

Para as avaliações das plantas de milho dentro das parcelas experimentais, foram feitas medidas de altura em 4 plantas em cada linha do tratamento (2, 4, 6, 8 e 10 m) em relação às árvores por meio de trena com escala graduada, medida do nível do solo até o ponto de inserção da última folha expandida (linha amarela). Para as avaliações em pleno sol (controle) foram realizadas 8 avaliações por parcela e foi calculada a média, não sendo apresentadas as distâncias, pois, não existiam árvores no sistema. Foram avaliadas às alturas a cada 14 dias até o florescimento.

2.2.8 Índice de conteúdo de clorofila

No florescimento do milho foi mensurado o índice de conteúdo de clorofila (ICC) na folha oposta e abaixo da primeira espiga de 10 plantas de milho em cada distância (2, 4, 6, 8 e 10 m) sendo utilizado o método não destrutivo por meio de medidor de clorofila da marca Opti-Sciences, modelo CCM-200 USA.

2.2.9 Intercepção luminosa do milho consorciado com capim-marandu

A intercepção luminosa (IL) foi obtida (monitorada) utilizando-se um analisador de dossel e medidor de radiação fotossinteticamente ativa (AccuPAR model LP-80 PAR/LAI). As medidas foram tomadas entre as 11:00h e 14:00h, em dias com céu predominantemente claro (pouca ou nenhuma nebulosidade) a cada 28 dias, de fevereiro a maio de 2014. Em cada parcela foram feitas medidas de radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol de m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em 3 pontos acima e abaixo do dossel dentro de cada distância (2, 4, 6, 8 e 10 m) em relação às árvores de eucalipto e no controle foi coletado em 3 pontos acima e abaixo do dossel em 2 locais aleatórios da parcela em função de não ter sombra das árvores e posteriormente feito o cálculo da intercepção luminosa conforme Carnevalli (2003): $IL = \{1 - (\text{RFA abaixo do dossel}/\text{RFA acima do dossel forrageiro})\} \times 100$. Foram avaliados a cada 28 dias durante o ciclo da cultura do milho, totalizando 5 medições (avaliações).

2.2.10 Produtividade de massa de forragem do milho

O ponto de colheita da forragem do milho foi definido com base no estágio fenológico caracterizado como grão farináceo e também no teor de matéria seca da planta inteira do milho triturada. No momento da colheita, avaliaram-se as seguintes características agronômicas: altura de planta e altura de inserção de espiga (do nível do solo até a inserção da espiga) para cada distância.

Na avaliação da produtividade de massa seca do milho foi cortada a parte aérea das plantas em 5 metros de linha (4 m^2), em cada distância (2, 4, 6, 8 e 10 m) e nas parcelas controle foram avaliadas duas amostras representativas e feito a média. A altura de corte do solo foi 0,2 m. Deste material cortado, após a pesagem e retirada de uma amostra para picagem e secagem para determinação do teor de matéria seca. Todo material coletado foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas.

2.2.11 Análise estatística

As análises foram realizadas por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014), utilizando as funções "fat2.ad.dbc()" para fatorial duplo, do pacote "ExpDes.pt" (FERREIRA et al., 2013).

2.3 Resultados e Discussão

As alturas durante o desenvolvimento do milho estão descritas na Tabela 1. As alturas do milho não foram afetadas pelas distâncias em relação às árvores nas avaliações, indicando que o sombreamento proporcionado pelo eucalipto com 15 meses de desenvolvimento não possibilitou diferenças estatísticas. Entretanto, Macedo et al. (2006) observaram a altura média das plantas de milho consorciadas com clones de eucalipto situadas a 4,5–5,4 m de distância das linhas de eucalipto foi superior às alturas daquelas localizadas a 1,8–2,7 m, possivelmente devido maior luminosidade incidente no meio das ruas de plantio do eucalipto. A diferença com o presente experimento está no arranjo mais denso de árvores (10 x 4 m) e na maior idade das árvores, com 24 meses ao plantio do milho, o que impactou ainda mais nas linhas de milho na proximidade das árvores.

Tabela 1. Evolução da altura do milho consorciado com capim-marandu a cada quinzena e índice de conteúdo de clorofila (ICC) no florescimento do milho em sistema agrossilvipastoril.

Avaliações	Altura (cm)								ICC	
	1		2		3		4			
	1 linha	3 linhas	1 linha	3 linhas	1 linha	3 linhas	1 linha	3 linhas	1 linha	3 linhas
2	38	38	58	54	127	119	145	133	52,53	44,24
4	46	47	67	74	148	142	148	154	59,66	51,40
6	42	49	68	76	126	150	142	169	60,16	58,66
8	45	51	65	78	131	140	142	152	52,46	55,50
10	44	53	73	70	130	140	147	155	56,79	48,02

P>0,05. Avaliações: 1 = 31/01/14; 2 = 12/02/14; 3 = 27/02/14; 4 = 14/03/14.

Não houve diferenças entre os arranjos de 1 linha e 3 linhas de árvores, apresentando valores médios de 45, 68, 135 e 149 cm nas avaliações 1, 2, 3 e 4.

Não houve diferenças entre o controle e os sistemas agrossilvipastoris, apresentando valores médios de altura 47, 71, 135 e 151 cm nas respectivas avaliações 1, 2, 3 e 4.

O ICC do milho no florescimento não foi influenciado pelas distâncias em relação às árvores (Tabela 1). Não houve diferenças ($P>0,05$) entre os arranjos (1 linha e 3 linhas) no ICC do milho, com o arranjo 1 linha apresentando ICC de 56,32 e 3 linhas ICC de 51,56. Não houve diferença entre o tratamento controle e os sistemas agrossilvipastoris estudados, onde as plantas de milho apresentaram valor médio de ICC 54,53, o que indica que os arranjos com árvores não influenciaram na atividade fotossintética do milho. Entretanto, Mendes et al. (2013) estudando o desenvolvimento do milho sob influência de árvores em agrossilvipastoril obtiveram menores valores de ICC (30 - Índice SPAD), aos 60 dias de desenvolvimento no tratamento controle (sem árvores) em relação às distâncias de 1, 2, 3, e 4 m das árvores de pau-branco na Caatinga do Nordeste brasileiro o que contrasta com o presente experimento pelo menor sombreamento incidente sobre as plantas de milho, já que conforme Rego e Possamai (2006) as concentrações de clorofila estão diretamente relacionadas ao sombreamento, de forma que, quanto maior o sombreamento, maior o teor de clorofila.

As avaliações do milho consorciado com capim nas distâncias 2, 4, 6, 8 e 10 m em sistema agrossilvipastoril estão descritas na Tabela 2. Os parâmetros avaliados são discutidos detalhadamente na sequência. A relação entre as distâncias das árvores e a interceptação luminosa (IL) do milho é melhor expressa pela regressão linear na primeira avaliação, sendo apresentada na Figura 2A. Observa-se na equação que para cada aumento de 1 m relação às árvores a IL teve incremento de 1,69%. A IL na segunda avaliação foi melhor expressa pela equação cúbica (Figura 2B) com menor valor a 2 m (75,54%). Na terceira e quarta avaliações não houve diferença ($P>0,05$) entre as distâncias para IL do milho consorciado, apresentando valores de 88,04% e 90,00% nas respectivas avaliações, indicando que com o desenvolvimento das forrageiras em estudo as diferenças nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m foram reduzindo.

Tabela 2. Avaliações do milho consorciado com capim nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em sistema agrossilvipastoril.

Parâmetros	Controle	Distancias (m)					CV (%)	R
		2	4	6	8	10		
Altura 1 (cm)¹	49	38	47	46	48	46	-	Ns
Altura 2 (cm)²	74	56	70	72	72	71	-	Ns
Altura 3 (cm)³	135	123	145	138	135	135	-	Ns
Altura 4 (cm)⁴	153	139	151	155	147	151	-	Ns
ICC⁵	55,13	48,39	55,53	59,41	53,98	52,40	-	Ns
IL 1 (%)⁶	41,07	37,73	41,11	44,49	47,87	51,26	15,86	L
IL 2 (%)⁷	84,60	75,55	87,27	86,43	83,27	88,07	6,80	C
IL 3 (%)⁸	89,00	86,31	88,93	89,51	87,19	88,28	-	Ns
IL 4 (%)⁹	96,58	85,37	90,80	91,12	90,77	91,93	-	Ns
Altura na colheita (cm)	144	124	154	153	144	147	7,30	C
Altura de espiga (cm)	72	61	83	82	74	78	9,02	C
Massa Verde (kg ha⁻¹)	19.474	9.642	22.989	25.127	23.531	25.673	23,33	C
Massa Seca (kg ha⁻¹)	5.627	2.456	6.100	7.038	6.901	7.321	26,71	C
Teor de MS (%)	28,61	22,59	26,09	28,25	29,07	28,55	5,91	Q

CV – Coeficiente de variação; R – Regressão; Ns - Não significativo; L – Linear; Q – Quadrática; C – Cúbica.

¹31/01/14; ²12/02/14; ³27/02/14; ⁴14/03/14; ⁵ICC - Índice de conteúdo de clorofila ao florescimento; ⁶IL - Interceptação luminosa em 03/02/14; ⁷10/03/14;⁸02/04/14; ⁹30/04/14.

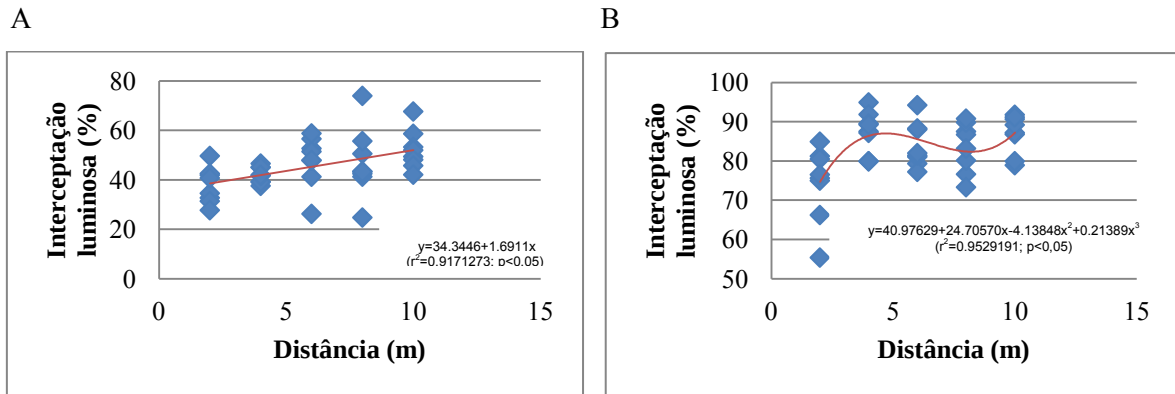


Figura 2. Interceptação luminosa (%) do milho consorciado com capim-marandu nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril em 03/02/2014 (A); 10/03/2014 (B).

Não houve diferença entre os arranjos (1 e 3 linhas) em nenhuma das avaliações. Entre o tratamento controle e os sistemas agrossilvipastoris não houve diferenças na primeira, segunda e terceira avaliações, mas na quarta avaliação houve diferença ($P<0,05$), apresentando IL de 96,58 % e 90,00 %, respectivamente, o que indica maior cobertura do solo na utilização do milho com capim-marandu em sistema sem a presença de árvores.

A altura do milho na colheita da forragem está representada na Figura 3. Este parâmetro foi inferior à 2 m das árvores em relação às demais distâncias. Observa-se que a maior altura foi na distância de 4 m das árvores e foi diminuindo até 8 m.

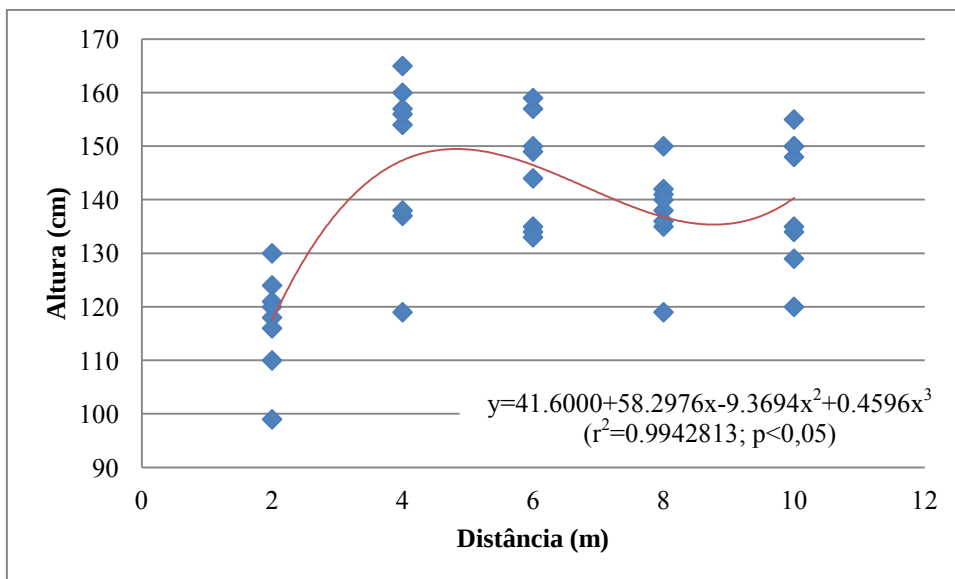


Figura 3. Altura do milho na colheita da forragem nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril.

Mendes et al. (2013), avaliando sistema agrossilvipastoril com pau-branco em aleias obtiveram alturas do milho catingueiro nas distâncias de 1 m, 2 m, 3 m e 4 m os valores de 156, 172, 178 e 194 cm, respectivamente, e no cultivo tradicional sem árvores, 169 cm. Quintino et al. (2013) obtiveram altura de planta de 170, 183, 193, 157 e 152 cm, para as respectivas distâncias da linha de eucalipto 3, 7, 11, 15 e 19 m. Os menores valores de altura encontrados na Figura 3 em relação à literatura podem ser explicados pela baixa intensidade de chuvas durante o crescimento da cultura o que afetou a sua altura.

A altura da espiga na colheita da forragem está apresentada na Figura 4, a qual apresentou relação cúbica com as distâncias avaliadas. A altura de espiga do milho na colheita da forragem foi inferior à 2 m das árvores em relação as demais distâncias. Observou-se que os tratamentos que apresentaram maior altura, também, apresentaram inserção de espiga mais alta.

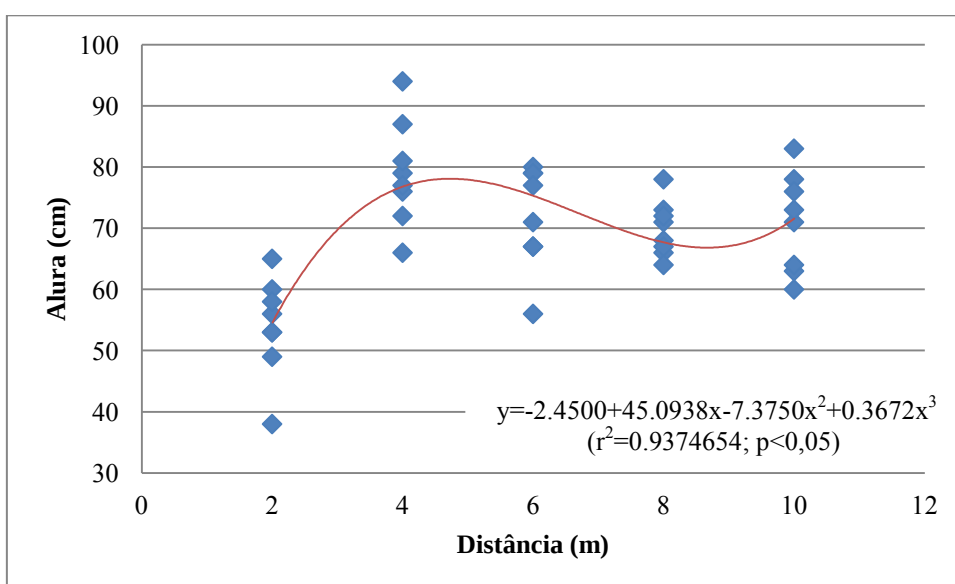


Figura 4. Altura de espiga do milho na colheita da forragem nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril.

A altura das plantas de milho na colheita (Figura 3) e a altura de inserção de espiga (Figura 4) não foram influenciadas pelos arranjos de árvores com 1 linha ou 3 linhas nos sistemas agrossilvipastoris estudados, apresentando média de 138 cm e 69 cm para altura de planta e altura de espiga respectivamente. O tratamento

controle também não diferenciou dos sistemas agrossilvipastoris, que apresentaram valores médios de altura de planta e espiga 141 e 71 cm, respectivamente.

A produtividade de massa verde de forragem do milho está apresentada na Figura 5. A relação entre massa verde e distância foi significativa e apresentou comportamento cúbico, com menor produtividade de massa verde a 2 m das árvores. Usando os dados da equação de regressão (Figura 5) foram obtidos os valores de 9.642, 22.989, 25.127, 23.531 e 25.673 kg ha⁻¹ para as respectivas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m. A produção foi considerada satisfatória em função das condições climáticas e histórico de pastagem degradada que está em processo de recuperação. Dados semelhantes foram observados por Viana et al. (2010) em sistema de iLPF em Minas Gerais com arranjo (3 x 2) + 20 m, similar aos sistemas em estudo, que obtiveram produtividade de massa verde de 25.460 kg ha⁻¹.

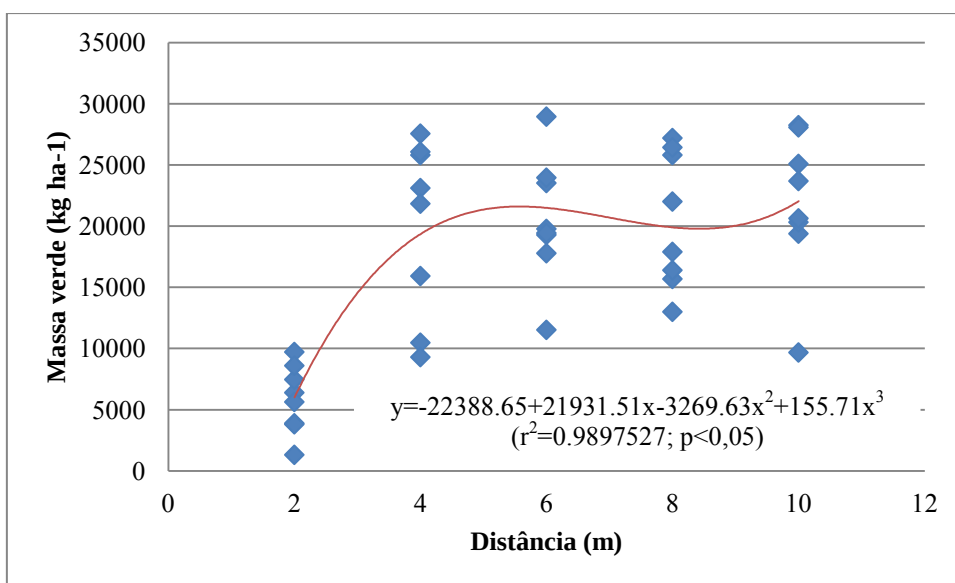


Figura 5. Produtividade de massa verde (kg ha⁻¹) de forragem de milho nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril.

A produtividade de massa seca de forragem do milho está representada na Figura 6. A relação entre massa seca e distâncias foi melhor expressa pela equação cúbica, com menor produtividade a 2 m das árvores. Observa-se que a partir de 4 m de distância das árvores a produtividade de massa seca foi semelhante. Usando a equação de regressão (Figura 6) foram obtidos os valores de 2.456, 6.100, 7.038, 6.901 e 7.321 kg ha⁻¹ para as respectivas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m. A

quantidade de luz, competição por água e nutrientes próximo do eucalipto (2 m) impactou na produtividade de massa de forragem do milho.

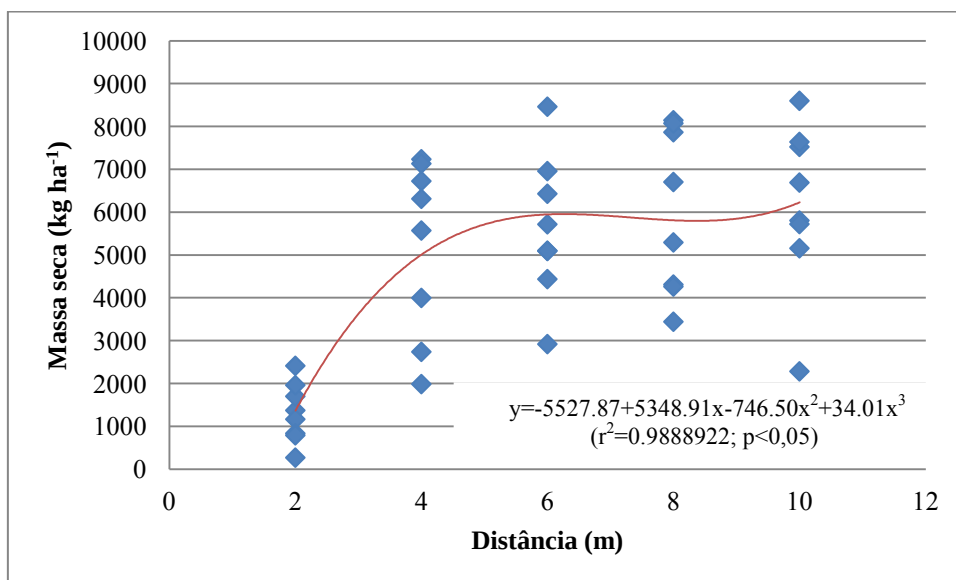


Figura 6. Produtividade de massa seca (kg ha^{-1}) de forragem de milho nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril.

Mendes et al. (2013), avaliando sistema agrossilvipastoril com pau-branco em aleias ($200 \text{ árvores ha}^{-1}$) na Caatinga do Nordeste, obtiveram produção de massa seca da parte aérea do milho e massa seca de espigas inferiores na distância de 1 m das árvores em relação a de 4 m, que produziu igual ao controle (sem árvores).

Viana et al. (2010) obtiveram em arranjo $(3 \times 2) + 20 \text{ m}$, similar aos sistemas em estudo, produtividade de massa seca de milho 7.830 kg ha^{-1} . Gontijo Neto et al. (2014) em sistema agrossilvipastoril com linhas duplas de eucalipto no arranjo $3 \text{ m} \times 2 \text{ m} + 20 \text{ m}$ relatam produtividade superior de massa seca de milho para silagem na média de 3 anos de avaliações, obtendo valor de $10.840 \text{ kg ha}^{-1}$ em Minas Gerais.

A produtividade da forragem de milho (massa verde e massa seca) não foi influenciada pelos arranjos de árvores com 1 linha ou 3 linhas nos sistemas agrossilvipastoris estudados, apresentando média de $17.757 \text{ kg ha}^{-1}$ e 4.872 kg ha^{-1} de massa verde e massa seca, respectivamente. O tratamento controle apresentou produtividade de 19.474 ha^{-1} e 5.627 kg ha^{-1} de massa verde e massa seca, respectivamente, não diferenciando dos sistemas agrossilvipastoris avaliados, com

produtividade média de 17.757 kg ha⁻¹ e 4872 kg ha⁻¹ para massa verde e massa seca de forragem do milho respectivamente.

O teor de matéria seca da forragem de milho na colheita está representada na Figura 7. A matéria seca da forragem foi menor a 2 m das árvores, evidenciando maior umidade do material quanto mais próximo das árvores, efeito que foi ocasionado por menores temperaturas e barreira contra o vento proporcionada pela presença do componente arbóreo.

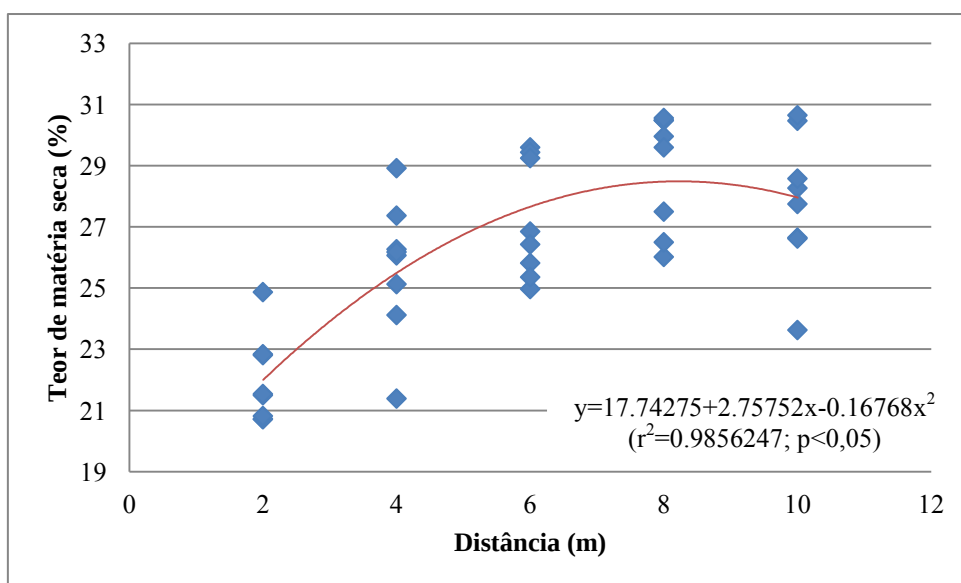


Figura 7. Teor de matéria seca da forragem de milho na colheita nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril.

Quando avaliado o teor de matéria seca houve diferença ($P<0,05$) do tratamento controle com os sistemas agrossilvipastoris, indicando média maior no controle, 28,61 % em relação aos sistemas com árvores, com 26,32 %, o que caracteriza maior umidade nas plantas de milho nos sistemas que apresentam árvores. O ambiente arborizado favorece a manutenção de maior umidade do ar, redução da incidência de ventos e refletiu em menor teor de matéria seca do milho nos arranjos de 1 linha e 3 linhas de árvores em relação ao controle (pleno sol).

O teor de matéria seca não foi influenciado pelos arranjos de árvores com 1 linha ou 3 linhas nos sistemas agrossilvipastoris estudados, apresentando média de 26,32 %. É uma indicação de que com arranjo de 1 linha de árvores já se pode

colher dos benefícios do sistema agrossilvipastoril, em casos onde o produtor não tem capital para plantar árvores em arranjo mais adensado.

Os dados de produção e altura do milho foram prejudicados pela precipitação mal distribuída e abaixo da média histórica (Figura 1), com condições edafoclimáticas críticas para o desenvolvimento deste, durante a maior parte de janeiro e fevereiro, período de desenvolvimento vegetativo e coincidindo também com o início do florescimento o qual impacta diretamente na produtividade da cultura, além da alta competição com o capim consorciado.

2.4 Conclusão

A produtividade e o teor de matéria seca de forragem do milho são afetados próximo (2 m) das árvores de eucalipto.

2.5 Referências

ALVARENGA, R. C., COBUCCI, T., KLUTHCOUSKI, J., WRUCK, F. J., CRUZ, J. C., GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração-lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 12 p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 80), 2006.

CONAB – Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: Safra 2013/2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 22 dez. 2014.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes**.pt: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013.

GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, M.C.M.; ALVARENGA, R.C.; SANTOS, E.A.; SIMÃO, E.P.; CAMPANHA, M.M. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.71, n.2, p.183-19, 2014.

LUPATINI, G.C.; NUNES, S.P. Milho para produção de silagem de qualidade. In: RESTLE, J. (Ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p. 104-124.

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S.; OLIVEIRA, T.K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.701-709, 2006.

MENDES, M.M.S.; LACERDA, C.F.; CAVALCANTE, A.C.R.; FERNANDES, F.E.P.; OLIVEIRA, T.S. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.10, p.1342-1350, out. 2013.

OLIVEIRA, I.P. **Palhada no sistema Santa Fé**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 2001. 4p. (Informações Agronômicas, 93).

QUINTINO, A.C.; ALMEIDA, R.G.; ABREU, J.G.; MACEDO, M.C.M.; BARROS, J.S.; ARANHA, A.S.; BRAGA, M.P.P. Produtividade de milho em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: JORNADA CIENTÍFICA-EMBRAPA GADO DE CORTE, 2013, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: Embrapa/Jornada Científica, 2013.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 01 jul. 2014.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.53, p.179-194, 2006.

VIANA, M.C.M.; GUIMARÃES, C.G.; ALVARENGA, R.C.; FREIRE, F.M.; FONSECA, R.F.; VIANA, M.S.; TEIXEIRA, F.F. Produção do milho para silagem em sistema agrossilvipastoril em diferentes arranjos estruturais do eucalipto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia, **Anais...** Goiânia: ABMS. CD-ROM.

CAPÍTULO 3 – Desenvolvimento, produtividade e perfilhamento do capim-marandu com e sem milho em sistema agrossilvipastoril com eucalipto

RESUMO - A degradação das pastagens é um grave problema e vem aumentando de forma considerável nos últimos anos, colocando em risco a sustentabilidade da produção animal. Uma alternativa bastante promissora é o estabelecimento de sistemas agrossilvipastoris. A adaptação de forrageiras às condições de sombreamento é necessária e as gramíneas do gênero *Urochloa* podem ser utilizadas em condições de sombreamento natural. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento, perfilhamento, interceptação luminosa, índice de conteúdo de clorofila (ICC) e produtividade do capim-marandu consorciado ou não com o milho em sistema agrossilvipastoril com 1 linha, 3 linhas de eucalipto e a pleno sol. O experimento foi conduzido na APTA – Andradina, SP e os tratamentos foram sem eucalipto (pleno sol: controle), sistemas com eucalipto (1 e 3 linhas) e dentro destes, cinco distâncias em relação às árvores (2, 4, 6, 8 e 10 m). Entre as faixas de eucalipto foi utilizado o sistema de integração com o capim-marandu consorciado ou não com a cultura do milho. Foram avaliados no capim o perfilhamento, altura, ICC, interceptação luminosa e produtividade de massa seca. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com tratamento adicional, com 4 repetições. A altura do capim nas distâncias em relação às árvores foi menor nas duas primeiras avaliações. A interceptação luminosa do capim foi menor à distância de 2 m das árvores na última avaliação. A produtividade do capim foi semelhante entre os arranjos de árvores. A produtividade do capim nos tratamentos com milho não apresentaram diferenças entre as distâncias avaliadas. O ICC do capim-marandu entre os arranjos de árvores não diferiu nas avaliações realizadas e foi maior no capim sem milho em relação ao consorciado na primeira avaliação e nas demais não houve diferença. Houve maior perfilhamento do capim no tratamento sem a cultura do milho. Não houve diferença entre as distâncias avaliadas no perfilhamento do capim nas quatro primeiras avaliações, mas na última, foi maior à 10 m das árvores no capim sem milho. Conclui-se que a interceptação luminosa do capim-marandu é menor próximo (2 m) das árvores de eucalipto, a partir de 4 m, o capim-marandu tem maior produtividade sem o consórcio com o milho e o consórcio com o milho diminui o perfilhamento do capim-marandu.

Palavras-chave: clorofila, integração lavoura-pecuária-floresta, sombreamento, *Urochloa brizantha*

Development, productivity and tillering of marandu grass with and without maize in agrosilvopastoral system with eucalypt

ABSTRACT - Pasture degradation is a serious problem and has increased considerably in recent years, putting at risk the sustainability of animal production. Intensification of animal production systems in Brazil, which should be sustainable is required. A promising alternative is the establishment of agroforestry systems. Adaptation of forage conditions shading is needed and *Urochloa* can be used under conditions of natural shading. The objective was to evaluate the development, tillering, light interception, chlorophyll content index and productivity of marandu grass intercropped or not with maize in an agrosilvopastoral system with one rows, three rows of eucalyptus and full sun. The experiment was conducted at APTA - Andradina, SP and treatments were no eucalyptus (full sun: control), systems with eucalyptus (one and three rows) and within these five distances from trees (2, 4, 6, 8 and 10 m). Between strips eucalyptus system integration with marandu grass with or without maize was used. Tillering, height, chlorophyll content index, light interception and productivity of dry matter were evaluated in the grass. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement with additional treatment (control) with four repetitions. The height of the grass at distances from trees was lower in the first two evaluations. The light interception of the grass was shorter distance of 2 m from the trees in the last evaluation. The productivity of the grass was similar between the arrangements of trees. The productivity of grass in the treatments with maize did not show differences among the evaluated distances. The chlorophyll content index of marandu grass between arrangements of the trees did not differ on the evaluations. The chlorophyll content index was higher in the grass without maize versus intercropped in the first evaluation and in the other there was no difference. There was no difference between the distances in the chlorophyll content index of the grass. There was a higher tillering of the grass in the treatment without the maize. There was no difference between the distances measured at tillering of the grass in the first four evaluations, but was higher in the last 10 m of the trees on treatment without maize. It is concluded that light interception of marandu grass is less close (2 m) of eucalyptus trees, from 4 m, the marandu grass has increased productivity without intercropping with maize and intercrop with maize decreases tillering of marandu grass.

Keywords: chlorophyll, crop-livestock-forest, Shade, *Urochloa brizantha*

3.1 Introdução

O uso de pastagens como principal fonte de alimento para ruminantes é comprovadamente a alternativa mais barata de alimentação dos rebanhos bovinos, constituindo a base de sustentação da pecuária de corte no Brasil (MORAES et al., 2006).

A degradação das pastagens é um grave problema e vem aumentando de forma considerável, colocando em risco a sustentabilidade da produção animal (MACEDO, 2000, 2001a).

Diante da pecuária competitiva do mundo globalizado, é necessária a intensificação dos sistemas de produção animal no Brasil. Além de produtivos, os sistemas devem ser sustentáveis, o que exige investimento em novas tecnologias e processos de produção ambientalmente viáveis. Uma alternativa bastante promissora é o estabelecimento de sistemas silvipastoris, que podem contribuir para reduzir os problemas decorrentes do desmatamento e da degradação dos ecossistemas (MARTUSCELLO et al., 2009).

O interesse em estabelecer forrageiras sob sombreamento tem crescido nos últimos anos, em virtude das associações dos sistemas de produção com culturas anuais e espécies arbóreas na integração lavoura-pecuária-floresta (OLIVEIRA et al., 2013). Desse modo, a adaptação de forrageiras às condições de sombreamento é especialmente relevante nas regiões com regime pluviométrico irregular, pois, em ambientes sombreados, o solo retém maior umidade e apresenta menor evapotranspiração (CAMPOS et al., 2007). Assim, há necessidade de escolher forrageiras que possam ser utilizadas sob condições de luminosidade reduzida (CASTRO et al., 1999). As gramíneas do gênero *Urochloa* podem ser utilizadas em condições de sombreamento natural (CARVALHO et al., 1997) e a *Urochloa brizantha* cv. Marandu se destaca quanto à produtividade e adaptação ao sombreamento (SOARES et al., 2009).

Ainda são escassos os estudos sobre os diversos aspectos ecofisiológicos da interação entre árvores e gramíneas, especialmente aqueles relativos aos efeitos do sombreamento sobre o crescimento da planta forrageira (PACIULLO et al., 2008)

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento, perfilhamento, interceptação luminosa, índice de conteúdo de clorofila e produtividade do capim-marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Local e condições edafoclimáticas

O experimento foi realizado na APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Regional do Extremo Oeste, localizada no município de Andradina (20° 53' 46" de latitude sul, 51° 22' 46" de longitude oeste e 405 m de altitude), oeste do Estado de São Paulo. O clima predominante na região, de acordo com classificação de Koeppen, é o Aw, caracterizando-se como tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. Os dados climáticos (Figura 1) como temperaturas máxima, mínima e média e precipitação foram obtidos na Estação Meteorológica da APTA – Polo Regional do Extremo Oeste. O solo da área é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico com camada superficial arenosa e a declividade média do terreno é de 6%.

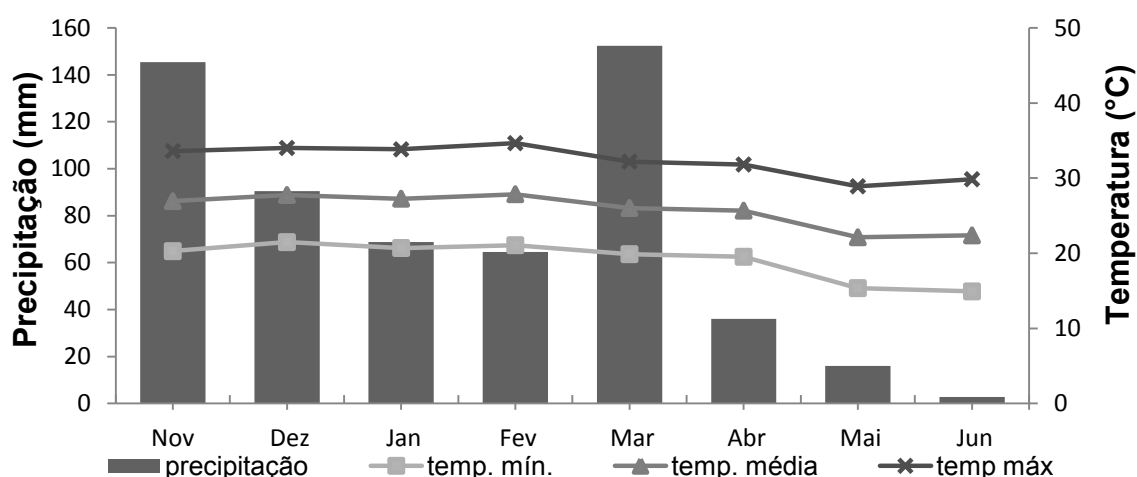


Figura 1. Precipitação (mm) e temperaturas mínimas, médias e máximas (°C) mensais (novembro a junho) durante a condução do experimento. Andradina-SP, 2013/2014.

Segundo os dados climáticos da APTA – Polo Regional do Extremo Oeste a precipitação anual da região é em torno de 1.257 mm, concentrando 78% das chuvas de outubro-abril e 22% de maio-setembro.

3.2.2 Caracterização da área e preparo de solo

O projeto vem sendo desenvolvido desde dezembro de 2011, quando a área foi selecionada e o levantamento topográfico realizado. No primeiro semestre de 2012 foi projetado o experimento, com a escolha dos tratamentos e divisão dos piquetes. No segundo semestre de 2012 foram realizados: amostragem e análise de solo, preparo do solo, calagem, gessagem e marcação dos tratamentos para iniciar o plantio.

Em julho de 2012, a área foi corrigida baseada nas análises químicas (0 – 20cm) do solo, que apresentava os seguintes atributos: pH (CaCl_2) 4,8; M.O. 16 g dm^{-3} ; P (resina) 3 mg dm^{-3} ; K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e H+Al 1,9; 7; 5 e 20 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente, S-SO_4^{2-} 1 mg dm^{-3} e V% (saturação por bases) de 42. O teor de argila; silte e areia foi 107; 113 e 780 g kg^{-1} , respectivamente. Foi aplicado a lanço e incorporado o calcário dolomítico (PRNT 80%) na quantidade média de 1200 kg ha^{-1} para elevação da saturação por bases a 70% e gesso agrícola em área total na quantidade de 600 kg ha^{-1} visando fornecimento de enxofre às culturas, conforme recomendação do Boletim 100 (Raij et al., 1997) para o Estado de São Paulo. No preparo de solo foram realizados terraceamento, uma gradagem aradora, aração e gradagem niveladora.

3.2.3 Plantio do eucalipto

O clone de eucalipto utilizado no plantio foi o I-224 (*Eucalyptus urograndis*), com perfil para produção de celulose, característica comercial da região de implantação.

Na adubação de plantio para o eucalipto foi utilizado 350 kg ha^{-1} da fórmula 04-30-16, sendo a quantidade de 210 g por muda (8,4 g N, 63 g P_2O_5 , 33,6 g de K_2O) na cova de plantio. O plantio foi realizado no mês de novembro de 2012. Na

adubação de cobertura realizada em fevereiro de 2013, foram utilizados 37 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 3 kg ha⁻¹ de zinco e 2 kg ha⁻¹ de boro, aplicando-se 50 g de ureia (23 g N), 9 g de sulfato de zinco (1,8 g Zn) e 12 g de borogran (1,2 g B) em coroamento sob cada muda de eucalipto. Em janeiro de 2014, foi realizada mais uma adubação de cobertura com 123 kg ha⁻¹ de N, utilizando 160 g de ureia (73,6 g N) em forma de coroa sob cada muda.

Conforme a necessidade foram realizados tratos culturais visando o controle de daninhas e irrigação pontual nas árvores recém-plantadas. Replantios foram realizados em parte da área em função de temperaturas elevadas concomitantes ao déficit hídrico (veranicos) no período das águas de 2012/2013.

Em fevereiro e março de 2013 foram realizados controles de besouros no eucalipto com aplicação de inseticida Karat Zeon (150 mL ha⁻¹) + Match (200 mL ha⁻¹) e Endossulfan (1 L ha⁻¹) via pulverizador de barra tratorizado de 600 L.

Em fevereiro de 2014 foi realizado controle de besouros no eucalipto com aplicação de inseticida Lorsban – 0,8 L/ha + Actara 250 – 0,2 kg/ha via pulverizador tratorizado de 600 L com utilização de barra na posição vertical.

3.2.4 Plantio da soja

O plantio da soja foi feito no mês de dezembro 2012, sendo a cultivar BMX Potência, utilizando a semeadora Semeato modelo SAM 200 com quatro linhas, na densidade de 20 sementes por metro de sulco e espaçamento de 0,50 m entrelinhas, totalizando 400.000 sementes/ha. A adubação mineral de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 4-30-16, correspondendo à aplicação de 12 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura foi efetuada 40 dias após o plantio, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ do formulado 00-20-20, para melhorar os níveis de nutrientes, já que era uma área degradada de pastagem.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência na soja foi realizado em 24/01/2013, aplicando herbicida a base de Glyfosate (Zapp QI 620), na dose de 1.240 g i.a. ha⁻¹ com volume de aplicação de 250 L ha⁻¹, por meio de pulverizador tratorizado de barras, utilizando bicos do tipo leque espaçados em 0,50 m. Nesta aplicação, em mistura de tanque, utilizou-se fertilizante a base de cobalto e

molibdênio (COMO Platinum), na dose de 150 mL ha⁻¹ do produto comercial. A colheita foi realizada em maio de 2013, com produtividade média de 35 sacas ha⁻¹.

3.2.5 Estabelecimento do pasto e do milho

Antes do estabelecimento, foi efetuado o controle das plantas daninhas emergentes na área pós-colheita da soja viabilizando o plantio direto do milho no início de dezembro/2013. A área foi dessecada com utilização de herbicida a base de Glyphosate (Roundup WG), na dose de 1440 g i.a. ha⁻¹ com volume de aplicação de 250 L ha⁻¹, por meio de pulverizador tratorizado de barras, utilizando bicos do tipo leque espaçados em 0,50 m.

Em dezembro de 2013 foi semeado o capim, sendo utilizada a *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu, na densidade de sementes de 8,0 kg ha⁻¹ de sementes puras e viáveis, plantadas com espaçamento entrelinhas de 0,20 m com a utilização de semeadora de plantio direto Semeato modelo SAM 200, tracionada por um trator New Holland modelo TL 75 4 x 4.

Após a semeadura do capim, o milho foi semeado sendo o híbrido BG 7049 (Biogene), as sementes tratadas com inseticida à base de thiametoxan (Cruiser 350) na dosagem de 300 mL 100 kg⁻¹ de sementes. Foi usado o espaçamento de 0,80 m entrelinhas e adubação de plantio 310 kg ha⁻¹ de 8-28-16, o que corresponde a 24,8 kg ha⁻¹ de N, 86,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 49,6 kg ha⁻¹ de K₂O e 20 dias após a emergência das plantas de milho foi feita a adubação de cobertura com 92 kg ha⁻¹ de nitrogênio via ureia.

Em janeiro de 2014 foi realizado controle de lagartas com aplicação de inseticidas químico a base de Lambdacyhalothrin (Karate Zeon), na proporção de 7,5 g i.a. ha⁻¹, inseticida a base de Lufenuron (Match CE) na proporção de 15 g i.a. ha⁻¹, conjuntamente com herbicida seletivo para folha larga à base de Atrazine (Primóleo), na dose de 2400 g i.a. ha⁻¹ para controle de plantas daninhas no milho e na pastagem através de pulverizador tratorizado de barras com volume de aplicação de 250 L ha⁻¹.

3.2.6 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados em arranjo fatorial $[(2 \times 2 \times 5) + 2]$, sendo 2 tipos de arranjos de árvores, com 1 linha (espaçamento entre plantas 2 m, 17 a 23 m entre renques, 200 árvores ha^{-1}) e com 3 linhas (espaçamento entre plantas de 2 m, entrelinhas de 3 m, 17 a 23 m entre renques, 500 árvores ha^{-1}); 2 tipos de integração (com e sem milho) e 5 distâncias da(s) linha(s) de eucalipto (2, 4, 6, 8 e 10 m), + tratamento adicional com e sem milho (controle – sem árvores), todos com 4 repetições. Foram utilizadas parcelas de 5 m de largura x 10 m de comprimento, perpendiculares às linhas de eucalipto com semeadura do milho e do capim-marandu nas faixas entre os renques de árvores.

3.2.7 Avaliações de perfilhamento, altura e índice de conteúdo de clorofila do capim-marandu

Para a avaliação do perfilhamento foram demarcados em cada parcela experimental um retângulo de 0,2m x 0,4m de material TNT, a 4 m e a 10 m das árvores, fixado no solo por meio de grampos, onde inicialmente foi feita a contagem do número de plantas do capim-marandu presentes na área conhecida (0,08m²) e posteriormente marcada a primeira geração de perfilhos (G1) com arames na cor branca. Após a marcação inicial, a cada período de 28 dias foram feitas novas marcações nos novos perfilhos emitidos, com cores diferentes de arame, sendo laranja (G2), azul (G3), verde (G4) e G5 (última avaliação). Dessa forma, os perfilhos pertencentes a todas as gerações foram contados.

A medição da altura das plantas (altura média do dossel forrageiro) do capim-marandu foi realizada a cada 28 dias durante o período experimental, sendo amostrados 3 pontos em cada distância em relação às árvores e 6 pontos aleatórios no controle, sendo feitas as médias.

Foi mensurado o índice de conteúdo de clorofila na terceira folha recém-expandida de 5 plantas nas distâncias de 4 m e 10 m, em consonância com a marcação dos perfilhos e em 10 plantas aleatórias nas parcelas controle que não

tenham influência das árvores, sendo utilizado o método não destrutivo por meio de medidor de clorofila da marca Opti-Sciences, modelo CCM-200 USA.

3.2.8 Intercepção luminosa do capim

A IL foi obtida (monitorada) utilizando-se um analisador de dossel e medidor de radiação fotossinteticamente ativa (AccuPAR model LP-80 PAR/LAI). As medidas foram tomadas entre as 11:00h e 14:00h, em dias com céu predominantemente claro (pouca ou nenhuma nebulosidade). Em cada parcela (área experimental) foram feitas medidas de radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol de m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em 3 pontos acima e abaixo do dossel dentro de cada distância (2, 4, 6, 8 e 10 m) das árvores de eucalipto nos sistemas 1 linha e 3 linhas e no controle foram coletados em 3 pontos acima e abaixo do dossel em 2 locais aleatórios das parcelas em função de não ter sombra das árvores. Posteriormente foi feito o cálculo da intercepção luminosa conforme Carnevalli (2003): $IL = \{1 - (\text{RFA abaixo do dossel/RFA acima do dossel forrageiro})\} \times 100$.

3.2.9 Avaliação da produção da forragem

Em maio de 2014, após 130 dias da semeadura da pastagem foi avaliada a produção total de forragem nas parcelas experimentais em cada distância (2, 4, 6, 8 e 10 m) em relação às árvores de eucalipto e no controle (sem árvores) foram realizados 2 amostras de forragem por parcela. Antes do corte foi medida a altura média das plantas. No corte foi utilizado um retângulo de 1,0 x 0,5 m e ceifada a forragem rente ao solo.

A forragem cortada foi pesada, homogeneizada e posteriormente retirada uma amostra composta, a qual foi pesada e levada à estufa com circulação de ar forçada a 65°C para determinação da matéria seca e, posteriormente, pesada novamente. A produção de massa seca (MS) por hectare foi obtida multiplicando-se a produção de massa verde pelo respectivo teor de matéria seca de cada parcela experimental. A produção de massa verde por hectare foi obtida com os dados do peso da forragem da área cortada, transformando em kg ha^{-1} . As amostras das avaliações da matéria

seca foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de malha de 1mm e guardadas em sacos plásticos identificados para posteriores análises da composição química.

3.2.10 Análise estatística

As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014), utilizando as funções "fat2.ad.dbc()" para fatorial duplo e "fat3.ad.dbc()" para fatorial triplo, do pacote "ExpDes.pt" (FERREIRA et al., 2013).

3.3 Resultados e Discussão

A densidade de perfilhos entre os arranjos de árvores em sistema agrossilvipastoril está apresentada na Figura 2. Na primeira (30 dias), terceira (87 dias), quarta (122 dias) e quinta (166 dias) avaliações (Figura 2), não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) no perfilhamento do capim-marandu entre os arranjos de 1 linha e 3 linhas de árvores.

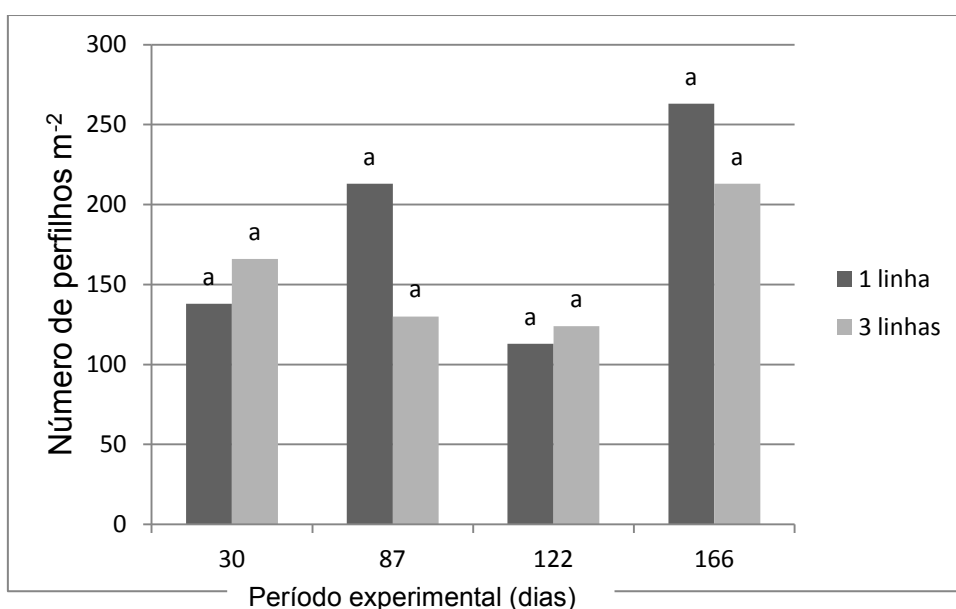


Figura 2. Densidade de perfilhos (número m⁻²) do capim-marandu em arranjos do sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas iguais na coluna em cada avaliação não diferem ($P>0,05$).

Na segunda avaliação (63 dias) houve interação entre arranjos (1 e 3 linhas de eucalipto) e consórcio ou não da cultura do milho (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade de perfilhos (número m⁻²) do capim-marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril.

	1 linha	3 linhas
Com milho	75Ba	102Aa
Sem milho	294Aa	163Ab

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si no teste Tukey (P<0,05). Avaliação: 10/03/2014 (63 dias).

No arranjo de 1 linha, o capim sem milho obteve um maior perfilhamento (P<0,05) em relação ao capim com milho, e no arranjo com 3 linhas de eucalipto não foi encontrada diferença (P>0,05). Já em relação a presença ou não da cultura, nos tratamentos com milho não houve diferenças entre os arranjos de 1 linha e 3 linhas, e nos tratamentos sem a presença do milho o arranjo com 1 linha de eucalipto permitiu maior perfilhamento (P<0,05) em relação ao arranjo com 3 linhas de eucalipto, indicando neste caso que a menor densidade de árvores no tratamento com 1 linha possibilitou um maior perfilhamento do capim-marandu, devido a maior incidência de luz no dossel forrageiro neste arranjo.

A densidade de perfilhos do capim marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril está apresentada na Figura 3. Na primeira avaliação (30 dias) houve maior perfilhamento (P<0,05) no capim sem milho em relação ao consorciado, provavelmente devido a maior presença de luz e menor competição.

A densidade de perfilhos apresentou interação na segunda (Tabela 1) e quinta (Tabela 2) avaliações. Na quinta avaliação (166 dias) houve interação na densidade de perfilhos do capim-marandu entre distâncias avaliadas e presença ou não do consórcio com a cultura do milho.

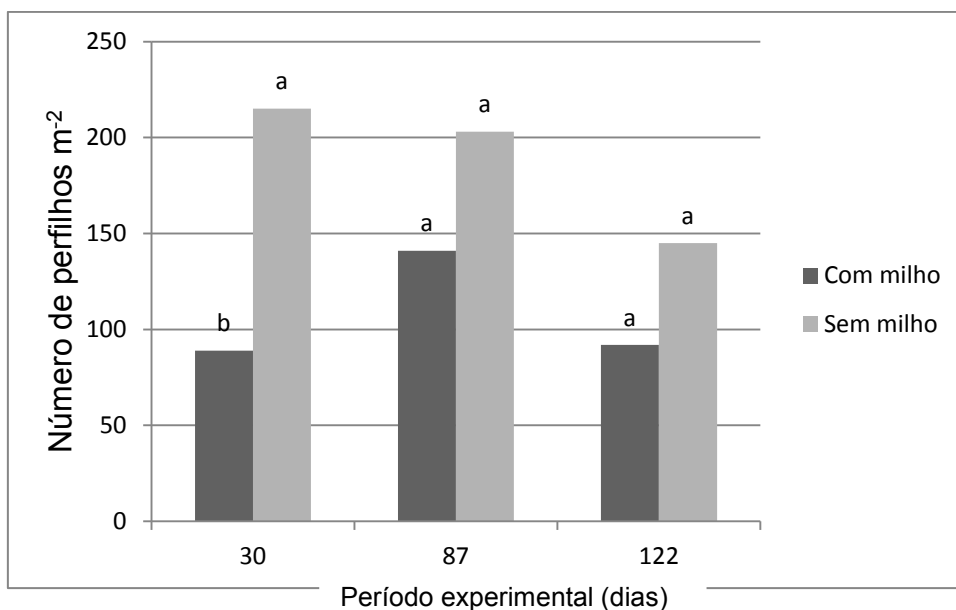


Figura 3. Densidade de perfilhos (número m⁻²) do capim-marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas distintas na coluna em cada avaliação diferem entre si no teste Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 2. Densidade de perfilhos (número m⁻²) do capim-marandu na quinta avaliação nas distâncias de 4 e 10 m em relação às árvores, consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril.

	4 m	10 m
Com milho	88Aa	119Ba
Sem milho	133Ab	613Aa

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si no teste Tukey ($P < 0,05$). Avaliação: 21/06/2014 (166 dias).

No tratamento a 4 m das árvores não houve diferenças de perfilhamento com a presença ou não do milho. Entretanto aos 10 m das árvores, a ausência do milho possibilitou um maior perfilhamento ($P < 0,05$) ao capim em relação ao tratamento com milho, caracterizando que a competição com a cultura limitou o perfilhamento do capim-marandu, provavelmente pela menor luminosidade presente e também pela ocupação dos espaços no solo pela cultura do milho. Nos tratamentos com milho não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as distâncias de 4 m e 10 m no perfilhamento. Já no tratamento sem milho, houve diferenças entre as distâncias ($P < 0,05$), com maior perfilhamento à 10 m das árvores, indicando que a maior

incidência de luz neste tratamento beneficiou o perfilhamento do capim-marandu. Segundo Paciullo et al. (2011) o sombreamento natural, proporcionado por árvores, altera tanto a intensidade quanto a qualidade da radiação incidente no sub-bosque. A redução da relação vermelho:vermelho distante, em condições de sombreamento natural, apresenta importantes efeitos sobre a morfogênese das plantas, o que diminui, principalmente, o perfilhamento das gramíneas (GAUTIER et al., 1999; BARUCH; GUENNI, 2007).

A densidade de perfilhos do capim marandu nas distâncias de 4 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril está apresentada na Figura 4. Nas distâncias avaliadas de 4 m e 10 m não houve diferenças ($P>0,05$) de perfilhamento do capim. A densidade de perfilhos encontrada foi inferior à obtida por Paciullo et al. (2011), estudando sistema agrossilvipastoril com densidade de árvores de 342 ha^{-1} , nas distâncias de 3, 6, e 9 m em relação às árvores, que obtiveram 327, 376 e 393 perfilhos m^{-2} de *Urochloa decumbens*, respectivamente.

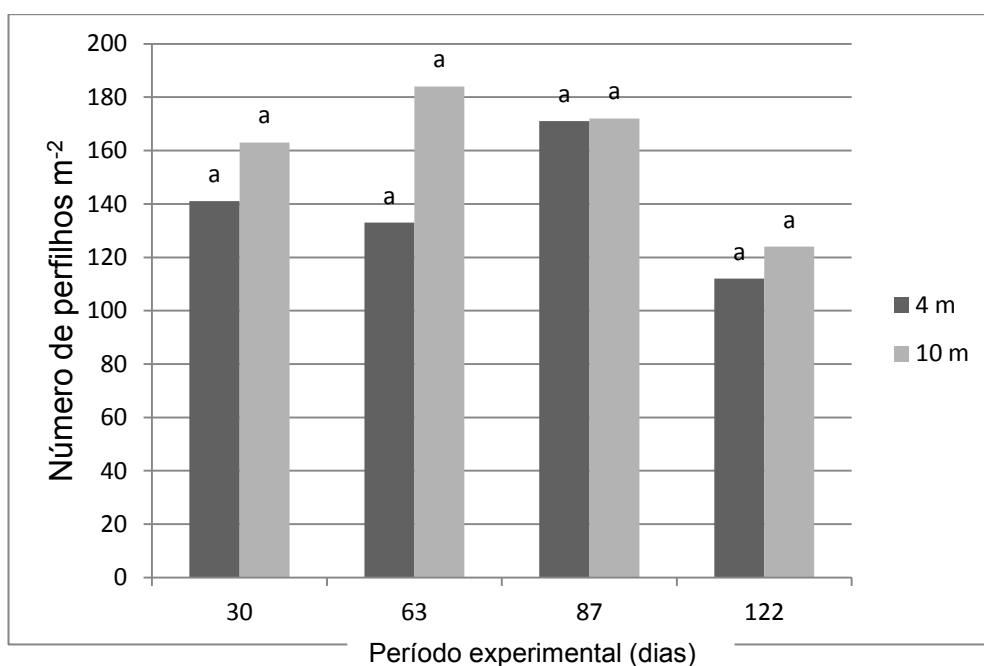


Figura 4. Densidade de perfilhos (número m^{-2}) do capim-marandu nas distâncias de 4 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas iguais na coluna em cada avaliação não diferem ($P>0,05$).

Verificou-se maior perfilhamento conforme aumentou a distância em relação às árvores o que não foi observado nos resultados da Figura 4, sendo explicado

pelas árvores ainda estarem em crescimento e o tamanho ainda não ser suficiente para produzir sombra que alterasse o perfilhamento.

Lange et al. (2013), trabalhando com integração lavoura-pecuária no Mato Grosso, obteve em consórcio milho x capim-marandu, um perfilhamento do capim de 204 m^{-2} , inferior ao perfilhamento total do presente trabalho, no tratamento consorciado com milho, que obteve um perfilhamento total de 514 m^{-2} . Este alto perfilhamento obtido é explicado pelo estresse hídrico que limitou o desenvolvimento do milho e consequentemente favoreceu o capim, em virtude da maior entrada de luz no dossel, visto que as forrageiras perenes como o capim tem maior tolerância a veranicos em função de sua maior adaptabilidade a ambientes com deficiência hídrica.

As alturas do capim-marandu entre os arranjos de eucalipto estão representadas na Figura 5. As alturas do capim foram semelhantes na primeira avaliação. Na segunda e terceira avaliações, a altura do capim-marandu foi maior ($P < 0,05$) no tratamento com arranjo de 3 linhas em relação ao 1 linha de eucalipto.

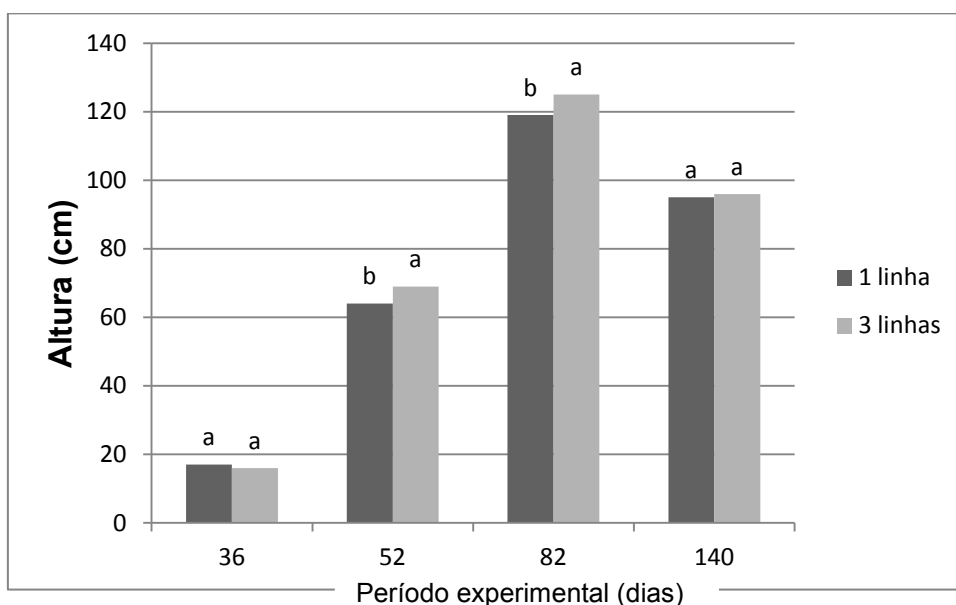


Figura 5. Altura (cm) do capim-marandu em arranjos de sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas distintas na coluna em cada grupo diferem entre si no teste Tukey ($P < 0,05$).

A maior densidade de árvores ($500 \text{ árvores ha}^{-1}$) no arranjo de 3 linhas de eucalipto proporcionou maior sombreamento sobre o dossel forrageiro, o que explica

as maiores alturas do capim na segunda e terceira avaliações, já que há um maior estiolamento do capim em busca de luminosidade. A redução da altura do capim da terceira para a quarta avaliação foi devido ao acamamento do dossel forrageiro em função da idade avançada de crescimento (140 dias).

A altura do capim consorciado ou não com milho está apresentada na Figura 6. Na primeira avaliação (36 dias) houve maior altura para o capim com milho, já na segunda avaliação (52 dias) não houve diferença ($P>0,05$). Na terceira avaliação (82 dias) o capim sem milho apresentou maior altura ($P<0,05$). O efeito ocorrido nestas avaliações indica que na primeira avaliação houve uma pequena competição entre milho e capim fazendo com que o capim, em busca de luminosidade, adquirisse uma maior altura com estímulo ao estiolamento, mas com o avançar do desenvolvimento do milho houve prejuízos ao capim fazendo com que o mesmo se igualasse em altura ao capim sem milho na segunda avaliação e, na terceira avaliação, obtivesse uma menor altura em relação ao capim sem milho. Na quarta avaliação não houve diferença ($P>0,05$) na altura do capim entre consorciado ou não com milho em função do acamamento do dossel forrageiro pela avançada idade de crescimento (140 dias).

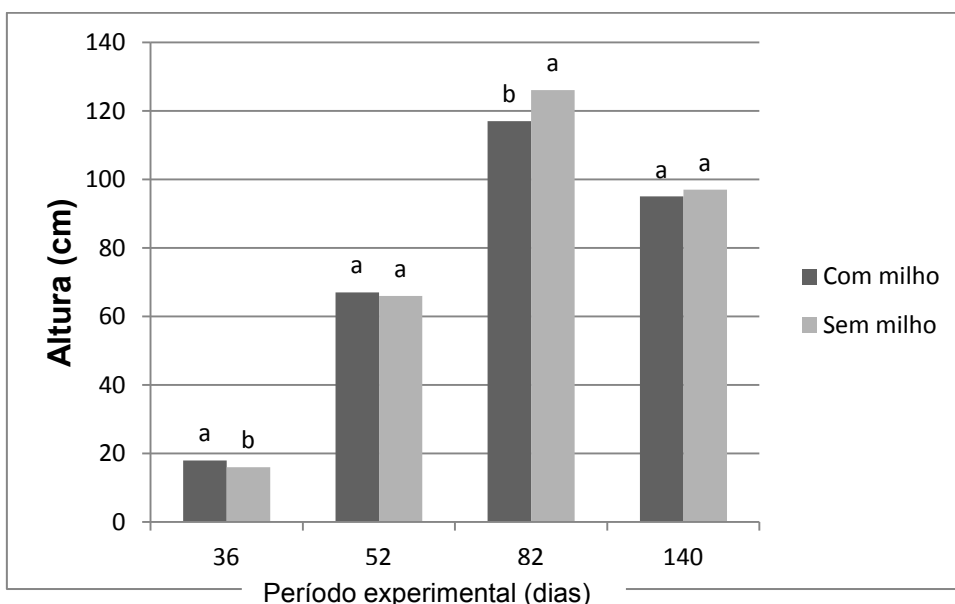


Figura 6. Altura (cm) do capim-marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas distintas na coluna em cada avaliação diferem entre si no teste Tukey ($P<0,05$).

A altura do capim-marandu em relação às distâncias das árvores foi realizada em quatro avaliações e os dados estão apresentados nas Figuras 7A, 7B e 7C. Observou-se efeito quadrático nas duas primeiras avaliações e efeito linear na terceira avaliação, sendo que o menor valor foi encontrado a 2 m das árvores de eucalipto, em relação à 4, 6, 8, e 10 m.

Na quarta avaliação (140 dias) não houve diferenças entre as distâncias avaliadas, em função do avançado estágio de desenvolvimento da gramínea e acamamento do dossel forrageiro, apresentando altura média de 96 cm.

A altura do capim nas distâncias apresentou menor crescimento mais próximo das árvores (2 m), como apresentado nas Figuras 7A, 7B e 7C, explicado pelo efeito da alta competição por água, nutrientes e luminosidade quando próximo das árvores. Segundo Garcia et al. (2005) a *Urochloa brizantha* tem bom desenvolvimento em sistemas agrossilvipastoris, por ter boa resistência ao sombreamento, entretanto mesmo apresentando essa boa adaptação ao sistema, observou-se redução na altura a 2 metros do eucalipto devido a competição referida anteriormente. Essa constatação é confirmada por Zanine e Santos (2004), os quais citam que a competição pode ser acima e abaixo do solo. Acima do solo pela luminosidade e abaixo do solo incluindo água e minerais essenciais, sendo que a competição abaixo do solo frequentemente reduz a performance das plantas de forma mais acentuada que a competição acima do solo.

Sousa et al. (2007) trabalhando com sistema silvipastoril utilizando espécie nativa (*Zeyheria tuberculosa*) com densidade de 160 árvores ha⁻¹ ou a pleno sol, observaram menor altura do capim-marandu a pleno sol (49 cm) em relação ao silvipastoril (64 cm). Esses autores justificam essas diferenças provavelmente ao estiolamento da planta, o que não foi observado no presente trabalho, provavelmente porque as árvores de eucalipto eram novas (15 meses) e o sombreamento foi moderado. O menor crescimento a 2 metros ocorreu mais pela competição por água e nutrientes com as proximidade das árvores do que pela incidência de sombra.

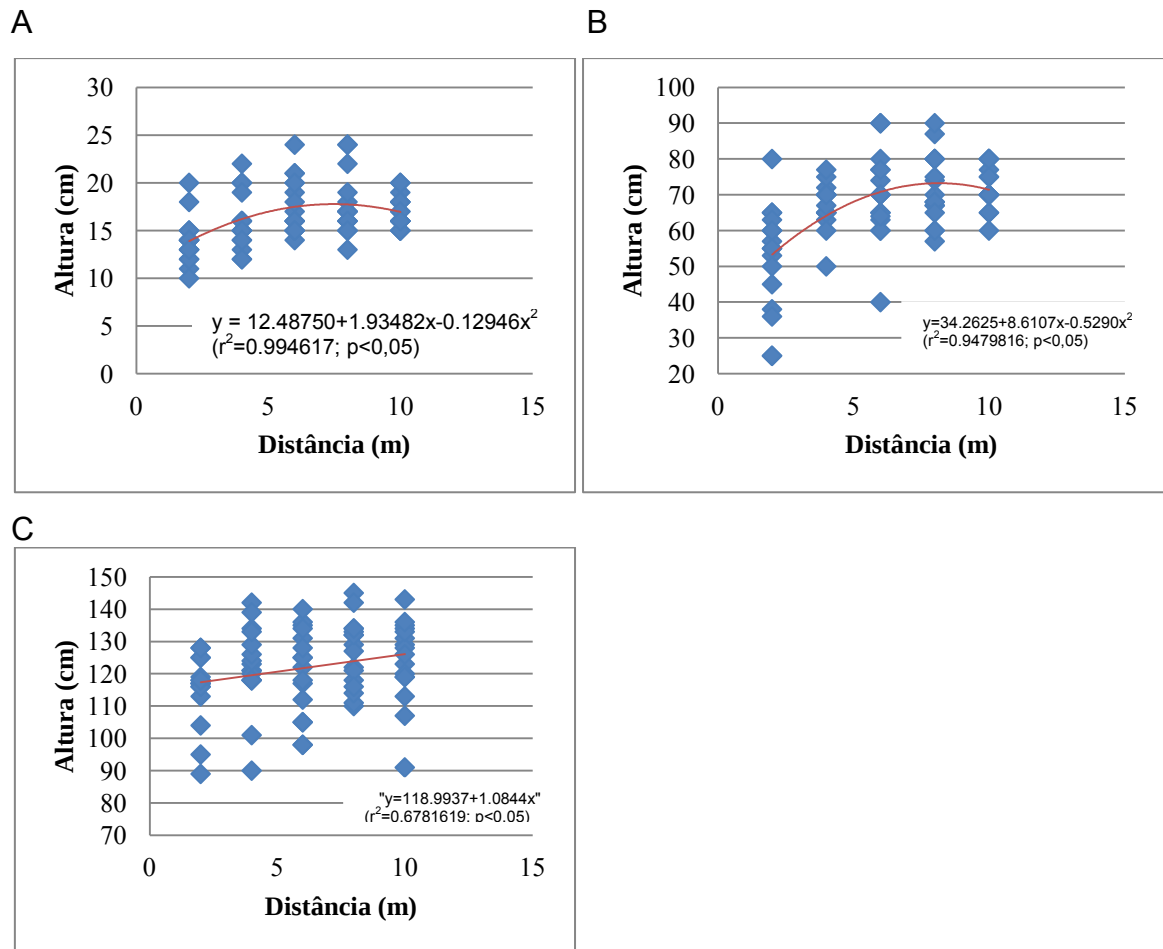


Figura 7. Altura (cm) do capim-marandu nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores, em sistema agrossilvipastoril em 11/02/2014 (36 dias - A); 27/02/14 (52 dias - B); 29/03/14 (82 dias - C).

O índice de conteúdo de clorofila (ICC) do capim-marandu em arranjos do sistema agrossilvipastoril está apresentado na Figura 8. Entre os arranjos de 1 linha e 3 linhas de eucalipto não houve diferença ($P > 0,05$) nas avaliações efetuadas, indicando atividade fotossintética similar entre os tratamentos.

O índice de conteúdo de clorofila (ICC) do capim-marandu consorciado ou não com milho está apresentado na Figura 9. O teor de clorofila foi maior no capim-marandu sem milho ($P < 0,05$) em relação ao consorciado na primeira avaliação (69 dias), indicando que a competição com a cultura reduziu a atividade fotossintética. Nas demais avaliações não houve diferença ($P > 0,05$).

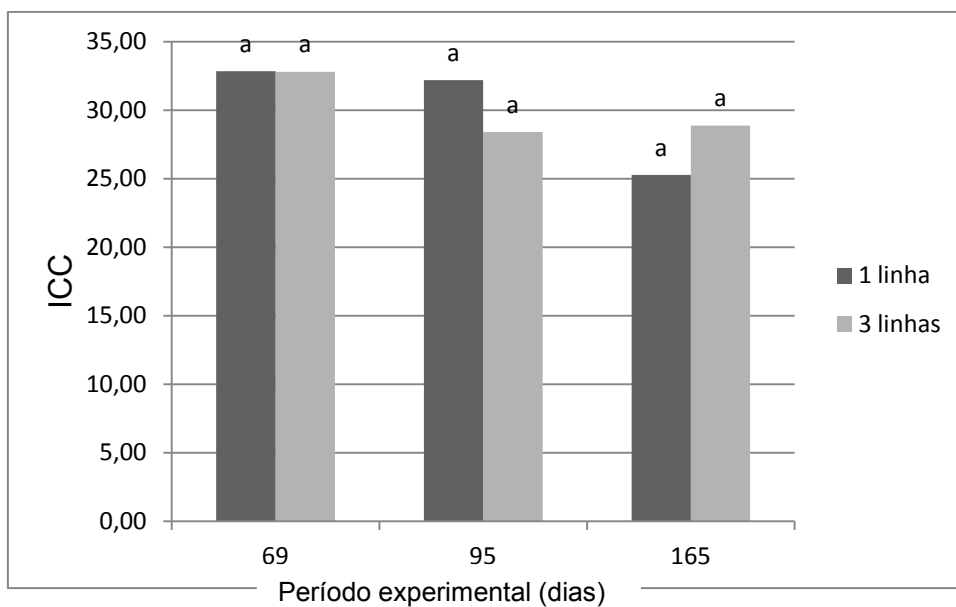


Figura 8. Índice de conteúdo de clorofila (ICC) do capim-marandu em arranjos do sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas iguais na coluna em cada avaliação ($P>0,05$).

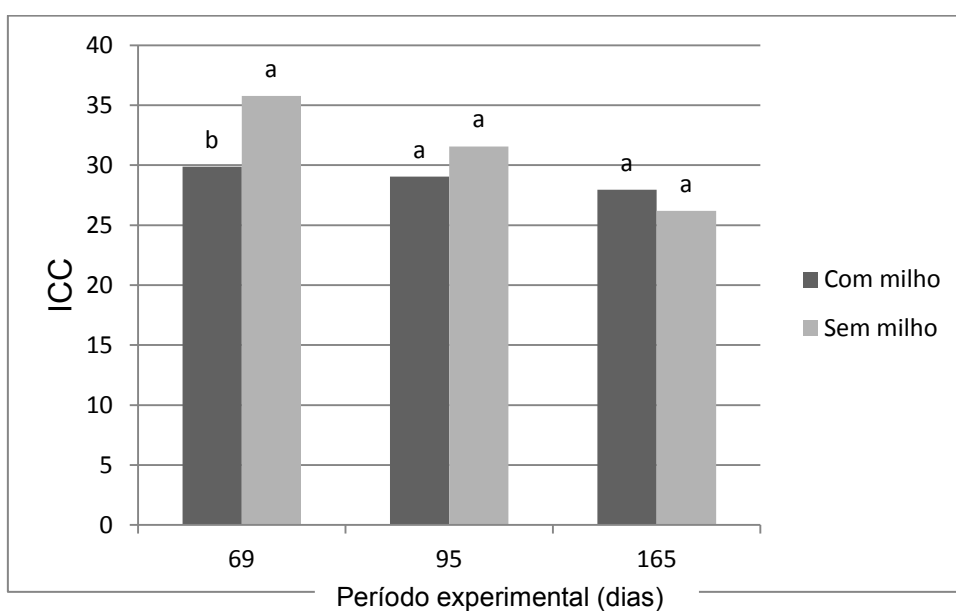


Figura 9. Índice de conteúdo de clorofila (ICC) do capim-marandu consorciado ou não com milho em sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas distintas na coluna em cada avaliação diferem entre si no teste Tukey ($P<0,05$).

O índice de conteúdo de clorofila (ICC) do capim-marandu nas distâncias de 4 e 10 m em relação às árvores está apresentado na Figura 10. Em relação às duas distâncias avaliadas, não se observou diferença no teor de clorofila do capim-marandu. Segundo Oliveira et al. (2013), o maior acúmulo de clorofila pode ser uma resposta dos vegetais para melhorar o aproveitamento da luz em ambientes sombreados. Tal fato não foi observado nos dados da Figura 10, em virtude do pequeno sombreamento à 4 m nesta fase de desenvolvimento das árvores (15 meses), não impactando nos valores de ICC do capim nas avaliações realizadas.

Os dados discordam de Oliveira et al. (2013), trabalhando com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Panicum maximum* cv Tanzânia sob sombreamento artificial em vasos obtiveram maiores teores de clorofila *a* em plantas sombreadas das duas espécies forrageiras, quando comparadas às mantidas a pleno sol. Plantas que passaram maior tempo sob a sombra, correspondente aos vasos de sete dias após o início do perfilhamento, apresentaram maior teor de clorofila em maior sombreamento (50%), quando comparado com os valores encontrados sob 30% de sombra. Outro fator importante a ser ressaltado é que, no presente estudo foi utilizada sombra natural que tem a presença de luz difusa que passa pela copa da árvores, o que não ocorre com o sombrite.

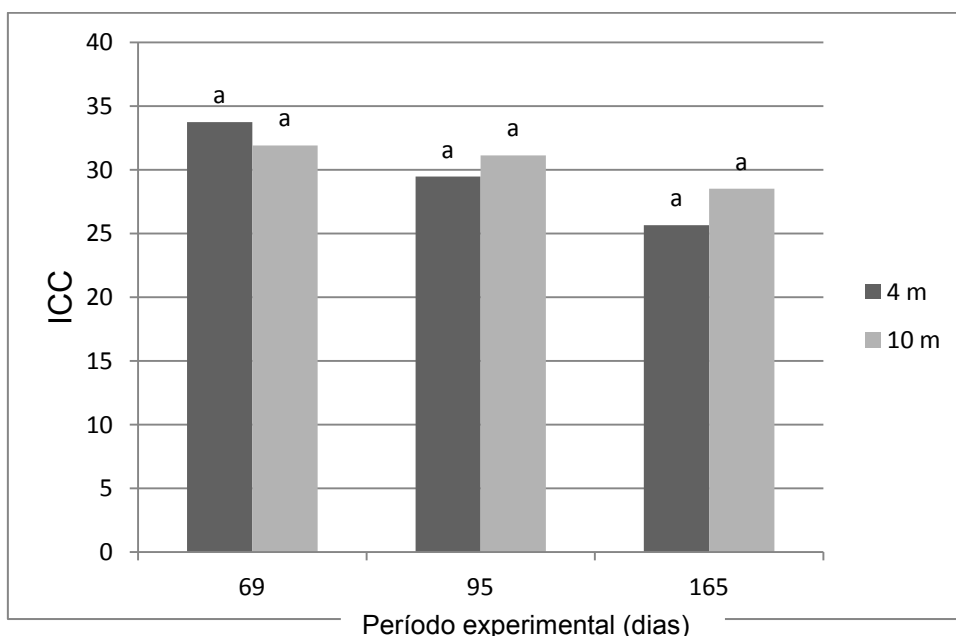


Figura 10. Índice de conteúdo de clorofila (ICC) do capim-marandu nas distâncias de 4 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril. Letras minúsculas iguais na coluna em cada avaliação ($P > 0,05$).

A interceptação luminosa (IL) do capim-marandu nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores, na primeira avaliação, não apresentou diferenças ($P>0,05$), com média de 17,94%.

Na segunda avaliação, observou-se efeito quadrático (Figura 11A), terceira efeito linear (Figura 11B) e quarta efeito cúbico (Figura 11C), observando-se que a menor interceptação ocorreu a 2 metros das árvores.

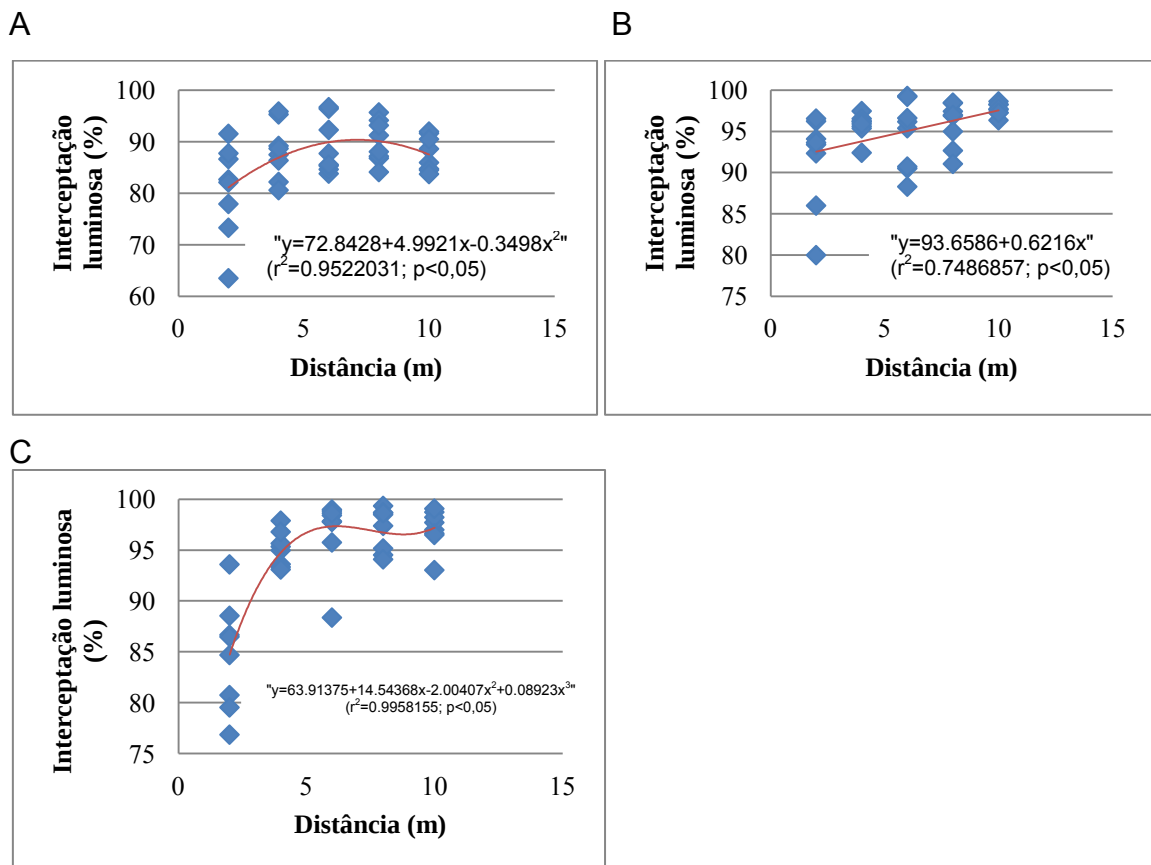


Figura 11. Interceptação luminosa (%) do capim-marandu nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril em 10/03/2014 (63 dias - A); 02/04/2014 (86 dias - B); 30/04/2014 (114 dias - C).

As avaliações de interceptação luminosa foram realizadas a pleno sol, ou seja, quando as árvores não projetavam a sombra na pastagem, para que fosse avaliada somente a interceptação luminosa do capim-marandu. Por esse motivo, observa-se que a 2 metros a interceptação luminosa foi menor, em função do menor

desenvolvimento da gramínea a essa distância, que foi observado pela altura que foi menor a 2 m das árvores (Figuras 7A, 7B e 7C).

A menor interceptação luminosa à 2 m das árvores, ocorreu pelo menor crescimento da gramínea a essa distancia, devido à maior competição por água, nutrientes e luminosidade com às árvores pela maior proximidade, como explicado anteriormente.

Os valores de interceptação luminosa estão próximos aos obtidos por Andrade et al. (2003), estudando o grau de cobertura do solo em sub-bosque de um sistema silvipastoril observando valores de 86 a 95% nas gramíneas do gênero *Urochloa*, concluindo que as espécies apresentam boa adaptabilidade a sistemas com sombreamento natural moderado.

Observou-se que entre o tratamento controle e os sistemas agrossilvipastoris não houve diferenças ($P>0,05$) em nenhuma das quatro avaliações, com IL de 12,87; 82,85; 96,46; 97,64% no controle e IL de 17,94; 87,10; 95,04; 94,15% nos sistemas com árvores na primeira, segunda, terceira e quarta avaliações, respectivamente, indicando que a presença de árvores não influenciou na interceptação luminosa do capim-marandu em relação ao tratamento sem árvores (controle).

Quando os dados de interceptação luminosa foram avaliados entre os arranjos de árvores (1 linha e 3 linhas) no sistema agrossilvipastoril não se observou diferença significativa entre os tratamentos, sendo os valores médios de 17,93; 88,60; 95,04 e 94,14% na primeira, segunda, terceira e quarta avaliações, respectivamente.

Na Figura 12 está representada a produtividade de forragem do capim-marandu com e sem milho. Contata-se que o capim-marandu apresentou menor produção a distância de 2 m no tratamento sem milho ($P<0,05$), mantendo o mesmo padrão da altura e interceptação luminosa.

A produtividade de forragem do capim nos tratamentos com milho não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre as distâncias avaliadas, com média de 5.456 kg ha⁻¹. O mesmo comportamento não ocorreu quando a gramínea foi cultivada sem a cultura do milho, onde se observou que a resposta de produção foi linear conforme se aumentaram as distâncias.

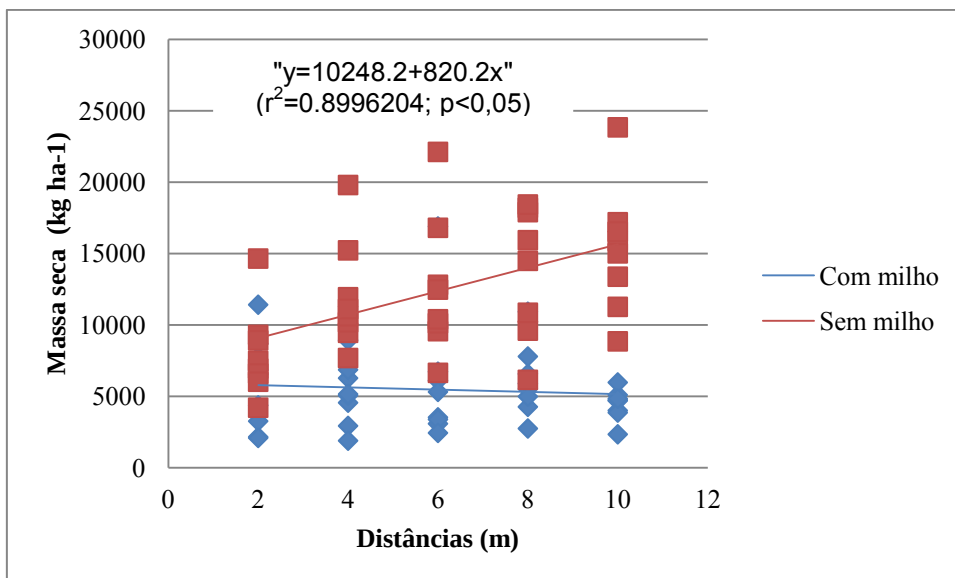


Figura 12. Produtividade de massa seca (kg ha^{-1}) de capim-marandu sem o consórcio com milho nas distâncias de 2, 4, 6, 8 e 10 m em relação às árvores em sistema agrossilvipastoril.

Os valores encontrados foram superiores aos de Borghi et al. (2006), avaliando a produtividade de forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema de cultivo consorciado com milho obteve produtividade média de 3.628 kg ha^{-1} , e também superiores aos de Pariz et al. (2011) em sistema de integração lavoura-pecuária, avaliando modalidades de consórcio milho e braquiárias, obtiveram produtividade de massa seca de forragem do capim-marandu de 4.148 kg ha^{-1} .

O capim apresentou produtividade superior nos tratamentos sem a presença do milho, indicando que a competição com a cultura influenciou negativamente na produtividade da planta forrageira no período (120 dias).

Os dados obtidos por Paciullo et al. (2011), foram inferiores aos encontrados no presente estudo quando avaliaram sistema agrossilvipastoril com densidade de $342 \text{ árvores ha}^{-1}$, nas distâncias de 3 m, 6 m, e 9 m em relação às árvores e obtiveram produtividade de massa seca de *Urochloa decumbens* de 2.210, 2.520 e 2.720 kg ha^{-1} , respectivamente. Já Soares et al. (2009) encontraram valores superiores de produtividade de massa seca de capim-marandu em silvipastoril, com valores de 7.166 kg ha^{-1} a $25.375 \text{ kg ha}^{-1}$ em arranjos silvipastoris com *Pinus taeda*

na Região Sul do País, obtendo excelente produtividade e adaptação desta forrageira.

Nos tratamentos sem a presença do milho, na distância de 2 m a produtividade de massa seca foi inferior às demais. A menor produtividade está associada à maior competição por água e nutrientes e pela luminosidade reduzida mais próximo das árvores.

Quando avaliada a produtividade de massa seca do capim-marandu entre os arranjos com 1 linha ou 3 linhas de eucalipto, não houve diferença entre os tratamentos, sendo o valor médio entre os sistemas de 8.905 kg ha⁻¹.

A produção de massa seca de forragem foi considerada boa em função da baixa precipitação enfrentada no período (Figura 1) e histórico de pastagem degradada que está em processo de recuperação. A implantação do sistema agrossilvipastoril colaborou para o aumento da produtividade e boa formação da pastagem, sendo o sistema uma boa alternativa na recuperação de áreas degradadas.

3.4 Conclusões

A interceptação luminosa do capim-marandu é menor próximo (2 m) das árvores de eucalipto. A partir de 4 m das árvores, o capim-marandu tem maior produtividade sem o consórcio com o milho. O consórcio com o milho diminui o perfilhamento do capim-marandu.

3.5 Referências

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, A.L. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003 (Supl. 2).

BARUCH, Z.; GUENNI, O. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*. **Tropical Grasslands**, v.41, p.269-276, 2007.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C.; MATEUS, G.P. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de *Brachiaria brizantha* em sistema de cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.369-381, 2006.

CAMPOS, N.R.; PACIULLO, D.S.C.; BONAPARTE, T.P.; GUIMARÃES NETTO, M.M.; CARVALHO, R.B.; TAVELA, R.C.; VIANA, F.M.F. Características Morfogênicas e Estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.819-821, 2007.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes**.pt: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.

LANGE, A.; FERREIRA, A.C.T.; LEMKE, A.F.; BUCHELT, A.C.; BORSA, C.D. SCHONINGER, E.L. Pasto, silagem e palhada no sistema de integração lavoura-pecuária na região norte do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 293-306, 2013.

MACEDO, M. C. M. Sistemas de produção animal em pasto nas Savanas Tropicais da América: Limitações à Sustentabilidade. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 16.; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCION ANIMAL, 3, 2000, Montevideu. **Anales...** Argentina: Alpa. Delmercosur.com, [2000]. CD-ROM. Conferencias.

MACEDO, M.C.M. **Degradação de pastagens**: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 12p.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.

MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; MORAES, K.A.K. Associação de diferentes fontes energéticas e proteicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.914-920, 2006.

OLIVEIRA, F.L.R.; MOTA, V.A.; RAMOS, M.S.; SANTOS, L.D.T.; OLIVEIRA, N.J.F.; GERASEEV, L.C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum maximum* cv. 'tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.2, p.348-354, fev. 2013.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIello, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau

de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; FERNANDES, P.B.; MÜLLER, M.D.; PIRES, M.F.A.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1176-1183, 2011.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.5, p.875-882, maio, 2011.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 01 jul. 2014.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

ZANINE, A. DE M. E SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

APÊNDICE



Figura 1. Agrossilvipastoril com uma linha de árvores.



Figura 2. Agrossilvipastoril com três linhas de árvores.



Figura 3. Milho consorciado com capim a pleno sol, sem árvores.



Figura 4. Avaliação de altura do milho.



Figura 5. Avaliação de índice de conteúdo de clorofila do milho.



Figura 6. Avaliação de interceptação luminosa do milho consorciado com capim.



Figura 7. Avaliação de produtividade de forragem do milho consorciado com capim.



Figura 8. Avaliação do perfilhamento do capim.



Figura 9. Avaliação de altura do capim



Figura 10. Avaliação de índice de conteúdo de clorofila do capim.



Figura 11. Avaliação de interceptação luminosa do capim.



Figura 12. Produtividade do capim consorciado com milho.



Figura 13. Produtividade do capim sem o consórcio com milho.