

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO EM
MODALIDADES DE CULTIVO SOLTEIRO E
CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis***

PRISCILA AKEMI MAKINO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2015**

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO EM MODALIDADES DE
CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM *Brachiaria
ruziziensis***

PRISCILA AKEMI MAKINO
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. GESSÍ CECCON

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M235a	<p>Makino, Priscila Akemi.</p> <p>Avaliação de plantas de milho em modalidades de cultivo solteiro e consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i>. / Priscila Akemi Makino. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 48f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Gessi Ceccon. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Sistemas de produção. 2. Consórcio. 3. Plantio Direto. 4. Arranjo de plantas. I. Título.</p> <p>CDD – 633.15</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO EM MODALIDADES DE CULTIVO
SOLTEIRO E CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis***

por

Priscila Akemi Makino

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 02/03/2015



Prof. Dr. Gessi Ceccon
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Membro da banca – UFGD/FCA



Dr. Rodrigo Arroyo Garcia
Membro da banca – Embrapa
Agropecuária Oeste (CPAO)

A DEUS

Aos meus pais,
Paulo e Neide

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela força nas dificuldades e por me orientar sempre o melhor caminho.

Ao meu orientador Dr. Gessi Ceccon, pelos conselhos, incentivo, cobranças e, principalmente, pelos ensinamentos transmitidos no decorrer deste período de convivência.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, Prof. Dr. Munir Mauad, Dr. Rodrigo Arroyo Garcia e Prof^a Dr^a Silvana de Paula Quintão Scalon, pelas correções e sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida.

A Embrapa Agropecuária Oeste pela infra-estrutura cedida para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus amigos e colaboradores Antônio Luiz Neto Neto, Juslei Figueiredo da Silva, Leonardo Fernandes Leite, Luan Ribeiro, Neriane de Oliveira Padilha, Valdecir Batista Alves e aos funcionários da Embrapa Agropecuária Oeste, em especial Marno Miguel Schwingel e Gabriel José Carneiro, pelo auxílio nas avaliações, coletas e processamento de dados no decorrer do experimento.

Aos meus pais Paulo e Neide, pelo amor incondicional e apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao meu amor Luciano por todo carinho, paciência e incentivo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para tornar este trabalho possível.

A todos, muito obrigada!

SUMÁRIO

	PÁGINA
AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO EM MODALIDADES DE CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM <i>Brachiaria ruziziensis</i>	
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
APÊNDICES.....	43

AVALIAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO EM MODALIDADES DE CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM *Brachiaria ruziziensis*

RESUMO

MAKINO, Priscila Akemi, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro, 2015. **Avaliação de plantas de milho em modalidades de cultivo solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis***. Orientador: Prof. Dr. Gessí Ceccon.

As modalidades de implantação de sistemas consorciados podem influenciar tanto no desenvolvimento do milho como na produção de palha e/ou pasto. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento e produtividade de milho cultivado em diferentes modalidades de semeadura. O trabalho foi desenvolvido na safrinha em 2013, na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis repetições e os tratamentos constituídos por sete modalidades de cultivo: 1) milho solteiro com espaçamento de 0,45 m entre linhas (MS45), 2) milho solteiro com espaçamento 0,90 m (MS90), 3) milho solteiro em espaçamentos intercalados de 0,45 m e 0,90 m (MS45-90), 4) milho em espaçamento 0,45 m com braquiária na mesma linha, (MB45L), 5) milho em espaçamento 0,90 m com linha intercalar de braquiária, (MB90), 6) milho em espaçamento 0,45 m com braquiária, distribuída a lanço manualmente, (MB45La), e 7) milho em espaçamentos intercalados em 0,45 m e 0,90 m, com linha intercalar de braquiária no maior espaçamento (MB45-90). Foram realizadas avaliações de radiação fotossinteticamente ativa incidente (RFA), clorofila, temperatura das folhas e da espiga e a coleta de plantas de milho e *Brachiaria ruziziensis* para avaliar parâmetros morfológicos e a produtividade de massa. Na maturação fisiológica do milho (R6) realizou-se a coleta de espigas para avaliar os componentes de produção. O tratamento MS45 apresentou menor incidência da RFA na espiga e a maior produtividade de espigas e grãos. A consorciação reduziu o índice de clorofilas, principalmente na modalidade MB45L. As maiores temperaturas foliares foram verificadas no MB45La, e também menor altura de plantas, área foliar e rendimento de massa seca de milho. O consórcio MB45L e os cultivos solteiros de milho proporcionaram os maiores rendimentos de massa seca de milho. As modalidades de cultivo afetaram as características morfológicas e fisiológicas do milho, entretanto a produtividade de grãos

foi mais influenciada pelo espaçamento do que pela presença da forrageira, sendo maior no espaçamento reduzido.

Palavras-chave: Sistemas de produção, consórcio, plantio direto, arranjo de plantas.

EVALUATION OF MAIZE PLANTS IN CROPPING ARRANGEMENTS SOLE AND INTERCROPPED WITH *Brachiaria ruziziensis*

ABSTRACT

The arrangements to implement intercropping systems can influence as the development of maize as the production of hay and/or pasture. This study aimed to evaluate the growth and yield of maize grown in different types of sowing in the off season in 2013, in Dourados, Mato Grosso do Sul state, evaluating: 1) sole maize spaced 0.45 m between rows (MS45), 2) sole maize spaced 0.90 m between rows (MS90), 3) sole maize intercalated of 0.45 and 0.90 m between rows (MS45-90), 4) maize intercropped with *Brachiaria* in the same line spaced 0.45 m (MB45L), 5) maize intercropped with *Brachiaria* interline spaced 0.90 m (MB90), 6) maize intercropped with *Brachiaria* distributed to haul in spaced 0.45m (MB45La), and 7) maize intercropped with *Brachiaria* between two rows of maize spaced 0.45m and 0.90 m (0,45x0,45x0,90) (MB45-90). Were measurements performed of RFA incident (RFA), chlorophyll, temperature of leaves and ear and collected plants of maize and *Brachiaria ruziziensis* to evaluated the morphological parameters and mass productivity. At physiological maize maturation (R6) were collected maize ears to evaluate the production components. The MS45 treatment has showed low incidence of RFA in the ear and the higher yield of mass and grains. The intercropping reduced the chlorophyll content of maize, especially with the forage on the same line of maize. The highest temperature in the leaves was observed in MB45La, where there was also lower plant height, leaf area and yield of dry matter maize. The MB45L intercropped and sole maize crops provided the highest yield of dry matter maize. The crop arrangements affect the characters morphological and physiological of maize, however the yield of grains was more influenced to spaced than to present of *Brachiaria*, and was highest in space reduced.

Key-words: Cropping Systems, intercropping, no-tillage, plant arrangement.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, colhendo aproximadamente 80 milhões de toneladas em 2013/14. A adoção de novas tecnologias proporcionou aumentos significativos de produtividade nos últimos anos, principalmente no milho cultivado na segunda safra (CONAB, 2014).

O crescente aumento do consumo mundial de milho tem levado a uma pressão cada vez maior para elevar a produção deste cereal. Contudo, a produtividade de grãos é uma variável complexa e depende da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo (KAPPES et al., 2011).

Dentre os fatores ambientais, a utilização da luz é o processo mais importante para a produtividade, e geralmente a eficiência de uso da radiação solar pelas culturas é baixa. A luz é promotora de respostas morfogênicas antes mesmo da interferência de uma planta sobre outra ou do início da competição por recursos do ambiente, o que pode afetar o índice de área foliar e o padrão de senescência foliar em espaçamentos menores (STRIEDER et al., 2008).

Uma das formas de aumentar a interceptação da radiação e, conseqüentemente, a produtividade de grãos é através da escolha adequada do arranjo de plantas, ou seja, o que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes (ARGENTA et al., 2001b), reduzindo a competição intra-específica pelos recursos do ambiente.

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) pode gerar elevadas produtividades, seja do componente animal ou vegetal. Tais aumentos são um resultado da diversidade de produção, com a melhoria do ambiente por meio de alterações provocadas nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo ao longo do tempo de adoção do sistema (GARCIA et al, 2008; CALONEGO et al., 2011). Assim, a alta produtividade e a redução de custos de produção são fatores-chave para que sistemas de ILP sejam economicamente viáveis (FONTANELI et al., 2000) e exibam menor risco de insucesso econômico (AMBROSI et al., 2001).

O sistema plantio direto e a integração agricultura-pecuária são alternativas de manejo que melhoram as condições físicas do solo em razão do maior incremento de palha proporcionado pelo consórcio, o que favorece a infiltração de água, maior exploração do perfil do solo pelas raízes, diminuição do processo erosivo e,

consequentemente, a manutenção da estabilidade do sistema (CHIODEROLI et al., 2012), sendo uma prática favorável na recuperação ou renovação de pastagens degradadas.

A introdução da braquiária nos sistemas de produção de grãos é uma das alternativas mais utilizadas atualmente como forma de intensificar a exploração das áreas destinadas à agropecuária no país (RESENDE et al., 2008). Neste sistema a forrageira tem a função de fornecer alimento para a atividade pecuária, a partir do final do verão até início da primavera, e, posteriormente, de formação de palhada, para o cultivo da cultura produtora de grãos, em sistema plantio direto (BORGHI e CRUSCIOL, 2007), desta forma, torna-se uma importante opção de cultivo para várias regiões do Brasil (CECCON et al., 2013a)

O consórcio de milho safrinha com *Brachiaria* sp. apresenta grande importância na sustentabilidade dos sistemas produtivos, por isso foi incluído no Zoneamento Agrícola de Risco Climático, para as regiões Centro-Oeste e Centro-Sul, possibilitando para estes estados o cultivo consorciado com financiamento público (CECCON et al., 2013a).

Jakelaitis et al. (2005) e Brambilla et al. (2009), entretanto, detectaram redução significativa na produtividade de grãos de milho quando esta cultura foi consorciada com alguma forrageira em altas populações de plantas, podendo inviabilizar o cultivo consorciado. Todavia, a competição irá ocorrer apenas se o uso dos recursos do meio pelos organismos em competição exceder a capacidade do seu fornecimento pelo ambiente, ou se houver uma situação de impedimento ao uso destes recursos, como a ocorrência de sombreamento (PITELLI, 1985).

Sob condições de restrição hídrica, pode haver uma drástica redução do fluxo de CO₂ pelo fechamento dos estômatos, resultando na diminuição da taxa fotossintética e do crescimento vegetativo e reprodutivo da planta (PAZZETTI et al., 1993). Resende et al. (2008) observaram que a condição climática é um fator externo decisivo nas respostas aos tratamentos, pois quando a disponibilidade de água não é limitante, o arranjo de plantas de milho e a competição com a braquiária não apresentam efeito evidente na produtividade de grãos.

O conhecimento do comportamento das espécies torna-se de grande importância para o êxito na formação da pastagem no período de outono–inverno, e para a produção satisfatória da cultura produtora de grãos. No caso do cultivo consorciado, esta competitividade pode ser amenizada com adoção de práticas culturais, como o

arranjo espacial de plantas (OLIVEIRA et al., 1996). Quando há uma melhor distribuição de plantas na área, o índice de área foliar é ampliado e aumenta a atividade fotossintética e a produção de massa seca pelas plantas, favorecendo a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (STRIEDER et al., 2008).

O advento de cultivares de alta produtividade e o incremento no uso de fertilizantes e de herbicidas têm possibilitado a busca de novos arranjos de plantas nas lavouras, como forma de otimizar o aproveitamento dos recursos ambientais, bem como o uso de insumos (sementes, fertilizantes e herbicidas) e máquinas nas fazendas (RESENDE et al., 2008).

A escolha e a seleção das modalidades de consórcio podem ser variadas, dependendo do objetivo, momento e método de implantação, posição das sementes de braquiária em relação às linhas do milho e também de acordo com a disponibilidade da estrutura local (CECCON et al., 2013a).

A depender do objetivo do consórcio, ou seja, produção de palha ou pasto, pode-se determinar com maior exatidão o espaçamento entrelinhas do milho, a espécie forrageira, a época de consorciação e o manejo das espécies, pois este planejamento influenciará diretamente na produtividade de grãos de milho, além da quantidade e qualidade da forragem (BORGHI et al., 2013).

O sistema consorciado entre milho safrinha com linha intercalar de forrageira, é uma opção que contribui para incrementar a produção de palha sem reduzir significativamente a produção de grãos (CECCON, 2007). No entanto, o cultivo de milho safrinha, demanda avaliações sobre novos métodos de implantação do consórcio com a forrageira em espaçamento reduzido (CECCON et al., 2013b), sendo que uma melhor distribuição espacial das espécies em questão, dependendo das condições climáticas e da disponibilidade de nutrientes, podem minimizar a competição interespecífica.

A obtenção de informações sobre o efeito da competição entre a forrageira e o milho é essencial para uma boa formação da pastagem e a produtividade de grãos (SOUSA NETO, 1993), principalmente porque o milho safrinha tem elevado potencial para expandir e aumentar a cada ano sua produtividade. São necessárias novas alternativas de modalidades de implantação da cultura do milho safrinha em consórcio com forrageiras que sejam tecnicamente e operacionalmente possíveis de serem realizadas, para não reduzir a produtividade do milho, proporcionar incremento de palha ao solo e melhorar as condições de desenvolvimento da cultura subsequente.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos das modalidades de cultivo de milho safrinha solteiro e em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* sobre o crescimento e produtividade das plantas, em sistema plantio direto.

REVISÃO DE LITERATURA

1. RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA, TEMPERATURA E CLOROFILA EM PLANTAS DE MILHO

A produtividade do milho e a adaptação de genótipos tem relação direta com o ambiente de cultivo e o manejo utilizado (PALHARES, 2003). A radiação solar e a temperatura são duas variáveis climáticas que tem um efeito direto na produção das culturas (MUCHOW et al., 1990). No entanto, apenas uma fração do espectro solar é utilizada pelas plantas para o processo de acúmulo de matéria seca: a radiação fotossinteticamente ativa - RFA (KUNZ et al., 2007).

A quantidade de radiação incidente e a proporção desta radiação interceptada pela cultura são importantes na determinação do rendimento do milho. A temperatura ambiente determina o índice de área foliar da cultura e influencia na formação do dossel e na radiação incidente interceptada (MUCHOW e CARBERRY, 1989), sendo necessário avaliar concomitantemente o efeito da temperatura e da radiação solar sobre o rendimento de milho para evitar confusões sob condições de campo.

A temperatura é um dos principais fatores do ambiente que pode comprometer o rendimento de grãos de milho, com efeito na duração e na taxa de acúmulo de massa seca pelos grãos. Muchow et al. (1990) observaram que as altas temperaturas reduzem o tempo de crescimento da cultura do milho, entretanto devido a elevada radiação solar incidente diária, o rendimento final de grãos pode não ser afetado.

A temperatura da superfície foliar tem sido utilizada como um indicador da disponibilidade de água nas plantas (PAZZETTI, 1990), demonstrando que a temperatura foliar e do dossel vegetal correlacionam-se com o nível de estresse hídrico na planta (MATTOS, 2003). Algumas pesquisas foram realizadas no feijoeiro com aplicação da termometria, monitorando o estado hídrico como indicador do momento de se efetuar a irrigação (PAZZETTI et al., 1992; LOBO et al., 2004), baseado na hipótese de que a água transpirada pela folha, ao evaporar-se, induz o seu resfriamento.

Em trabalhos sobre estresse hídrico observou-se menor absorvância foliar nos tratamentos em estresse, correlacionando com a refletância da luz interceptada pelo dossel, a qual pode também ser maior em tratamentos com estresse (EARL e DAVIS,

2003). O estresse hídrico reduz a eficiência com a qual a RFA absorvida é utilizada pela cultura para produção de matéria seca (eficiência do uso da radiação - EUR) (EARL e DAVIS, 2003). Em milho a RFA absorvida é afetada também por fatores como variedade, densidade populacional, fertilidade e disponibilidade de água do solo e baixas temperaturas noturnas.

O índice de clorofila apresenta grande relevância na avaliação de diferenças genotípicas e da condição nutricional de plantas de milho (DURÃES et al., 2005). A determinação do conteúdo das clorofilas em folhas de milho é importante no estudo de resposta às técnicas de nutrição e manejo, que visam elevar o potencial fotossintético e a produtividade da cultura (DRISCOLL et al., 2006). A quantificação dos pigmentos fotossintéticos, em especial as clorofilas e os carotenóides, realizada por Jaleel et al. (2009), determinou a possibilidade de uso desta ferramenta para auxiliar no processo de seleção dos genótipos de milho tolerantes ao estresse hídrico.

A determinação dos pigmentos fotossintéticos pode ser uma ferramenta eficaz no diagnóstico de estresse em plantas (MARTINS, 2012), pois o teor destes pigmentos, principalmente as clorofilas, pode ser reduzido devido à ação de fatores do ambiente, como deficiências minerais, estresse hídrico, poluição industrial, altas temperaturas (HENDRY e PRICE, 1993) ou sob alta irradiação ou total escuridão, e a combinação destes fatores provoca a senescência dos tecidos e a degradação das clorofilas (STREIT et al., 2005).

Alguns fatores ambientais também podem ser alterados quando se insere a braquiária no consórcio com o milho. Este processo deve ser cauteloso para evitar a competição entre as duas espécies. Estudos sobre arranjo de plantas na cultura do milho indicam que a distribuição de plantas na linha possibilitaria melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes, acarretando maior rendimento da cultura.

Um dos objetivos da modificação do arranjo de plantas, com a redução da distância entre as linhas, é reduzir o tempo necessário para que a cultura intercepte o máximo de radiação solar incidente e, com isso, incremente a quantidade de energia captada por unidade de área e de tempo. Assim, o melhor arranjo de plantas, teoricamente, é aquele que proporciona uma distribuição equidistante das plantas na área, devido, principalmente, ao melhor aproveitamento dos recursos do ambiente (KUNZ et al., 2007).

O rendimento de grãos do milho pode ser potencializado por meio do aumento da quantidade de energia absorvida pelo dossel da comunidade, através do

incremento da superfície foliar em uma determinada área de solo (GALLO et al., 1985; OTTMAN e WELCH, 1989). A escolha do arranjo de plantas adequado é uma das práticas de manejo mais importantes para otimizar o rendimento de grãos de milho, pois afeta diretamente a interceptação de radiação solar, que é um dos principais fatores determinantes da produtividade (OTTMAN e WELCH, 1989; LOOMIS e AMTHOR, 1999).

Neste contexto, alguns parâmetros fisiológicos, como a RFA, a clorofila e a temperatura das folhas, podem ser bons indicadores do desempenho do milho nas diferentes modalidades de cultivo.

2. CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA

A produtividade de grãos de milho no país na última safra foi de 5.057 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014), considerado baixo quando comparado às produtividades registradas em lavouras comerciais conduzidas sob alto nível de manejo. Sangoi et al. (2006) consideram essas baixas produtividades de milho decorrentes do uso de cultivares e práticas de manejo inadequadas, condições desfavoráveis de clima e solo em áreas inaptas à cultura e utilização insuficiente de insumos agrícolas.

A maximização da produção depende da população de plantas empregada, de acordo com a capacidade de suporte do meio e do sistema de produção adotado em conformidade com as características genético-fisiológicas da cultura (FANCELLI, 2003). Identificar e utilizar sistemas de cultivo que proporcionem boa cobertura do solo aliado ao maior retorno econômico é um desafio a ser alcançado, a fim de melhorar e manter a qualidade do solo e a produtividade das culturas (CECCON, 2011b).

Atualmente, a prática do cultivo consorciado é considerada uma das melhores alternativas para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tropicais (BORGUI et al., 2013), como consequência da diversidade de produção, melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo ao longo do tempo de adoção do sistema, e a quebra de ciclos bióticos (pragas, doenças), contribuindo para aumentar a produtividade das culturas (CALONEGO et al., 2011; BALBINO et al., 2011).

O milho safrinha, apesar de proporcionar baixa porcentagem de solo coberto, é uma das culturas que mais produz palha no outono-inverno, e consorciado com uma espécie forrageira, garante altas coberturas de solo (CECCON, 2007). No

consórcio com o milho, as plantas forrageiras diminuem a produção de folhas, colmos e bainhas, mas apresentam satisfatório potencial de rebrota e priorizam a produção de folhas após a colheita de grãos da cultura principal (BORGHI et al., 2007), proporcionando o aumento da disponibilidade de forragem na estação seca, com qualidade suficiente para manutenção nutricional dos rebanhos (BATISTA et al., 2011).

Nos sistemas consorciados, o estabelecimento conjunto de forrageiras do gênero *Brachiaria* com a cultura de grãos, destacando-se dentre elas a espécie *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard cv. (GIMENES et al., 2011.), contribui efetivamente para a supressão das plantas invasoras. A *B. ruziziensis* é uma espécie que vem sendo recomendada para sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), principalmente pelo crescimento inicial rápido, qualidade da forragem, excelente cobertura do solo, facilidade de manejo para implantação da soja (CECCON, 2007) e produção uniforme de sementes, o que demanda menos herbicida na dessecação, facilitando o controle (TRECENZI, 2005).

Os consórcios são sistemas complexos, e a forma como é implantada a cultura associada com a forrageira, a época de estabelecimento, a disposição das plantas e a infestação por plantas daninhas, podem influenciar na competição entre as espécies (JAKELAITIS et al., 2004).

As modalidades de consórcio são definidas considerando a posição das sementes de braquiária em relação às sementes de milho, o objetivo, o momento, a época e o método de implantação do consórcio, para proporcionar maior produtividade, tanto do milho quanto da braquiária, e minimizar os efeitos da competição entre as duas espécies (SEREIA et al., 2011), principalmente no período de outono-inverno (safrinha), cujas condições edafoclimáticas, como a menor disponibilidade de água, luz e temperatura, podem propiciar maiores reduções na produtividade do milho em relação ao cultivo de verão (CECCON et al., 2013a). Analisando as combinações de consórcio, Ceccon et al. (2013a) relata ser possível desenvolver diversas modalidades, dentre as quais algumas se destacam como tecnologias regionais.

Para obter os benefícios do cultivo consorciado, é importante seguir os critérios indicados pela pesquisa, e ter o acompanhamento da assistência técnica (CECCON, 2011a), além do conhecimento do comportamento das espécies em convivência, evitando que a competição por fatores de produção inviabilize o consórcio (KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA, 2003).

O comprometimento do rendimento de grãos está diretamente ligado à competição entre as espécies consorciadas, principalmente na fase crítica de desenvolvimento do milho, e da capacidade em aproveitar a radiação solar e transformá-la em fotoassimilados (BRAMBILLA et al., 2009). Além da radiação incidente, a água e os nutrientes podem ser ou se tornar limitantes durante o ciclo, dependendo do espaçamento, densidade e sistema de condução da lavoura (STRIEDER et al., 2008).

O conhecimento do IAF (índice de área foliar) e arquitetura das plantas de milho possibilita melhorar a distribuição espacial das plantas no campo e definir a melhor população (VIEIRA JUNIOR et al., 2006). Na cultura do milho, a produção em função do IAF apresenta comportamento quadrático, aumentando linearmente até atingir o ponto crítico, após o qual a produção é limitada pelo sombreamento das folhas superiores sobre as inferiores.

Quando há alta probabilidade de deficiência hídrica, a redução do espaçamento entrelinhas, mantendo-se constante a população de plantas, pode diminuir a competição por água, devido a sua distribuição equidistante (JOHNSON et al., 1998), possibilitando ainda melhor aproveitamento dos nutrientes (ARGENTA et al., 2001b).

A manipulação do arranjo de plantas ocorre por meio de alterações no espaçamento entrelinhas, bem como na população e distribuição de plantas na linha de semeadura (ARGENTA et al., 2001b). De acordo com Bullock et al. (1988), modelos de distribuição mais favoráveis com uso de espaçamentos reduzidos, além de aumentar a interceptação e eficiência de uso da radiação solar, favorece o aproveitamento de água e nutrientes, devido a melhor distribuição do sistema radicular, reduzindo o acamamento. Entretanto, a recomendação de redução no espaçamento entre linhas deve levar em consideração tanto os componentes agronômicos como os econômicos (SANGOI e SILVA, 2006).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, nas coordenadas 22°13'S e 54°48'W a 408 m de altitude. O clima da região é classificado como Am (Tropical Monçônico), segundo a classificação de Köppen, com base nos dados do Guia Clima (EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE, 2013), e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

A análise química e granulométrica do solo na camada de 0-20 cm foi realizada pelo Laboratório de Fertilidade e Física do Solo da Embrapa Agropecuária Oeste, cujos resultados estão representados no Quadro 1.

E os dados de precipitação e temperatura foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, apresentados na Figura 1.

QUADRO 1. Análise química e granulométrica do solo da área experimental. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, 2013.

pH (CaCl₂)	Al	Ca	Mg	H+Al³	K	SB	CTC	CTC (E)	m
	-----cmol _c dm ⁻³ -----								%
6,2	0,0	6,5	2,8	2,7	1,0	10,3	13,0	10,3	0,0
V	P (Mehlich)	Cu	Fe	Mn	Zn	MO	Areia	Silte	Argila
%	-----mg dm ⁻³ -----					-----g kg ⁻¹ -----			
79,3	57,3	9,1	24,7	98,6	4,7	37,9	136	151	713

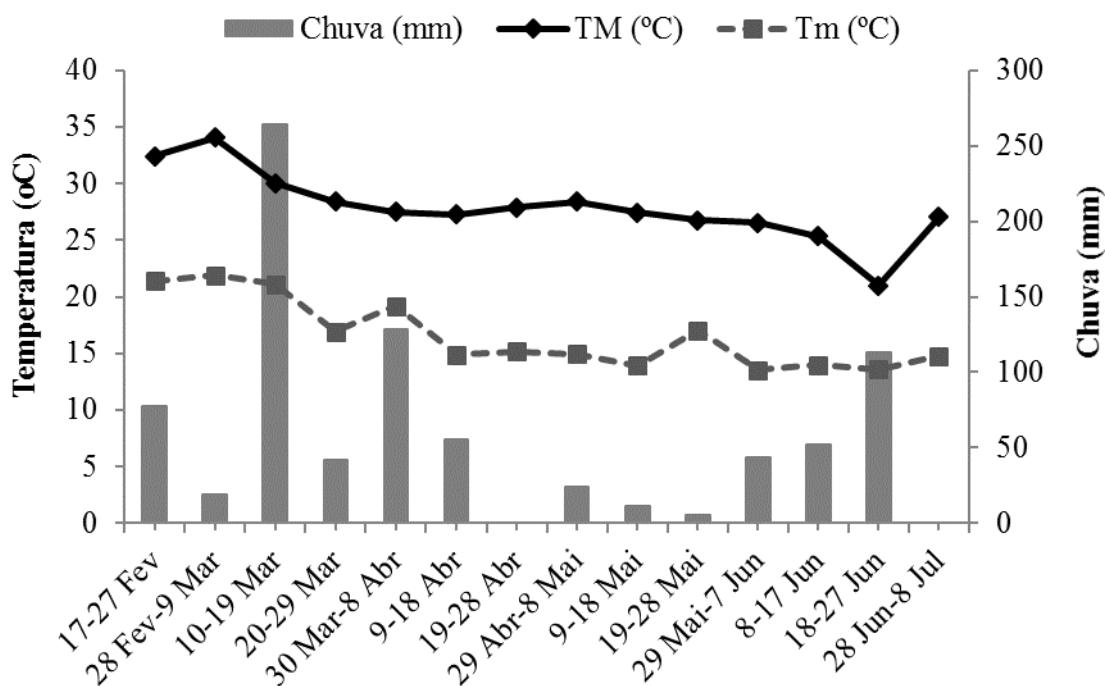


FIGURA 1. Precipitação acumulada e temperaturas máximas (TM) e mínimas (Tm) decendiais, em 2013, no período de fevereiro a julho, em Dourados, MS. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2013).

Foram utilizadas sementes de milho híbrido DKB 390 PRO, caracterizado por ser um híbrido simples, ciclo precoce e com altura média de 2,30 m. E sementes revestidas de *B. ruziziensis*, tratadas com inseticida fipronil na dose de 0,002 L kg⁻¹ de semente.

A semeadura do milho foi realizada em 27 de fevereiro de 2013, em área de Sistema Plantio Direto (SPD), após a colheita da soja, utilizando semeadora modelo PAR 2800 (SEMEATO, 2014) com regulagem para 250 kg ha⁻¹ da fórmula 10-25-25 para a adubação de semeadura. A emergência das plantas de milho ocorreu em 05 de março de 2013, e o desbaste foi realizado 10 dias após, com a finalidade de ajustar a população em 55 mil plantas ha⁻¹, de acordo com o espaçamento entrelinhas adotado em cada modalidade, sendo 2,5 plantas no espaçamento 0,45; 4,9 plantas no espaçamento 0,90 m e 3,7 plantas nos espaçamentos intercalados 0,45 e 0,90 m. No mesmo dia foi realizada aplicação de 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio em cobertura.

A braquiária foi semeada na mesma data, com população de plantas ajustadas para 200 mil plantas por hectare (CECCON, 2015) a 3 cm de profundidade, utilizando semeadora marca Wintersteiger, modelo Plotseed TC (WINTERSTEIGER, 2013). No tratamento a lanço, as sementes de braquiária foram distribuídas na superfície

do solo imediatamente antes da semeadura do milho, colocando-se duas vezes a quantidade de sementes utilizada nos demais tratamentos.

O controle de plantas daninhas foi realizado mediante a dessecação da área em pré-plantio, na dose de 1,44 L ha⁻¹ de equivalente ácido de glyphosate. Foram realizadas aplicações de herbicida em pós-emergência das culturas utilizando atrazine na dose de 1,5 L ha⁻¹ na área de milho consorciado, e uma aplicação de atrazine + nicosulfuron apenas na área de milho solteiro. As pragas foram controladas com aplicação de Tiametoxan + Lambda-Cialotrina aos vinte dias após a emergência do milho na dose de 200 mL ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 7 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos corresponderam às modalidades, sendo elas: cultivo de milho solteiro com espaçamento de 0,45 m (MS45), milho solteiro com espaçamento de 0,90 m (MS90), milho consorciado com *B. ruziziensis* na mesma linha, com espaçamento 0,45 (MB45L), milho consorciado com *B. ruziziensis* na entrelinha com espaçamento a 0,90 m (MB90), milho em consórcio com *B. ruziziensis* semeada a lanço com espaçamento 0,45 m (MB45La), milho solteiro em espaçamentos intercalados de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas (MS45-90), milho em espaçamentos intercalados de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas, com uma linha intercalar de braquiária no espaçamento 0,90 m (MB45-90).

No estágio de pendramento - VT (02/05/2013) foram efetuadas medições da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), entre às 10 e 12 h, utilizando ceptômetro marca Decagon devices Accupar modelo LP-80, com 80 sensores de RFA (DECAGON DEVICES, 2014). As leituras da RFA foram feitas na entrelinha em três alturas em relação às plantas de milho: acima do milho (RFADossel), na altura da espiga (RFAEspiga) e próximo ao solo (RFASolo), com três repetições. Nos tratamentos MS45-90 e MB45-90 as leituras foram realizadas apenas na entrelinha com espaçamento 0,90 m.

Na mesma época foram mensurados os índices de clorofila *a*, *b* e total, utilizando medidor eletrônico portátil modelo CFL1030 (FALKER, 2014). As leituras foram realizadas pela manhã em três amostras de plantas, na face superior da folha oposta e abaixo da espiga, no terço médio da lâmina foliar.

A temperatura da superfície das folhas de milho e da espiga foi medida com termômetro digital portátil com dispositivo de luz infravermelha (INCOTERM, 2014). As leituras foram realizadas em três amostras de plantas no início do período

reprodutivo (07 e 10 /06/2013) em dois períodos do dia: 9-10 h (Tman) e 13-14 h (Ttar) nas folhas da espiga; e em quatro regiões da planta: folhas do baixeiro (Tbai), meio (Tmei) e ápice (Tap) da planta, e na espiga (Tesp), no período matutino.

As avaliações morfológicas das plantas de milho foram realizadas em 18/06/2013, aproximadamente no estádio R2. Foram coletadas cinco plantas de cada parcela, na 3ª e 4ª linhas para determinação de: altura de plantas (APM), altura de inserção de espigas (AIE), diâmetro de colmo (DCM), área foliar por planta (AFP), massa seca de folhas, colmo e espiga e massa seca total (folhas, colmo, pendão e espiga).

A área foliar foi obtida através da medição do comprimento (C) e largura (L) da base da folha da espiga, com auxílio de régua milimetrada. A área foliar da planta foi estimada pela equação: $0,75 \times C \times L \times \text{número de folhas por planta}$. Sendo 0,75 o fator de ajuste considerado padrão para a cultura do milho (PEREIRA, 1987). O índice de área foliar (IAF) foi calculado pela relação entre a área foliar da planta e a área de solo ocupada por esta.

A massa da matéria seca foi obtida pela secagem em estufa de circulação de ar à 65°C até massa constante, e os rendimentos de massa seca para folha (RMSF), colmo (RMSC), espiga (RMSE) e total (RMSTm) foram estimados com base na população final de milho. A partir destes valores foram determinadas as porcentagens de massa seca na folha, colmo e espiga (MSF, MSC e MSE).

No estádio de maturação fisiológica do milho-R6 (08/07/2013), realizou-se a contagem das plantas e a coleta das espigas, nas duas linhas centrais da parcela com 5 m de comprimento, para análise dos componentes de rendimento da cultura, e também amostragens em linhas de um metro de plantas de braquiária, para avaliações morfológicas e de matéria seca.

As espigas coletadas passaram pelos procedimentos de contagem, determinação do diâmetro (DE), comprimento (CE), número de fileiras de grãos (NFil) e produtividade de espigas (PE). Posteriormente foram trilhadas, realizada a contagem e a pesagem de cem grãos (P100). Após a pesagem total dos grãos determinou-se a produtividade (PG), com correção da umidade para 13%.

Nas amostras de plantas de braquiária realizou-se a contagem do número de perfilhos (NP), medição da altura de plantas (APB), pesagem da massa verde total e da subamostra. Após a secagem em estufa, à 65°C até peso constante, a subamostra foi pesada para determinar o rendimento de massa seca de braquiária (RMSB).

O rendimento de massa seca de palha (RMSPalha) foi obtido pelo somatório do rendimento de massa seca de folhas e colmos de milho, rendimento de sabugo e rendimento de massa da braquiária.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância está nos Apêndices A a G. Os coeficientes de variação (CV%) indicaram elevada precisão experimental para a maioria das variáveis avaliadas, pois se encontram abaixo de 10%. As variáveis RFADossel, RFAespiga, RFAsolo, IAF, NPB, RMSF, NGE, RMSB e PG apresentaram um CV% classificado entre médio e alto, conforme Pimentel Gomes (1985).

Houve efeito significativo dos tratamentos para a maioria das variáveis analisadas, sendo elas: radiação fotossinteticamente ativa na espiga (RFAEspiga) e no solo (RFASolo), clorofila b e total, temperaturas foliares e da espiga (manhã, tarde, ápice, meio, baixeiro), altura do milho (APM) e da inserção de espiga (AIE), altura da braquiária (APB), área foliar por planta (AFP), rendimentos de massa seca de folhas (RMSF), colmos (RMSC), espigas (RMSE) e total (RMST), massa seca de colmo (MSC) e espigas (MSE), número de grãos por espiga (NGE), rendimento de massa seca de palha (RMSpalha), rendimento de massa de braquiária (RMSB), produtividade de espigas (PE) e produtividade de grãos (PG).

As demais variáveis que não apresentaram significância aos tratamentos, foram: radiação fotossinteticamente ativa no dossel (RFADossel), clorofila a, diâmetro de colmo de milho (DCM), índice de área foliar (IAF), rendimento de massa seca de folhas (RMSF), massa seca de folhas (MSF), diâmetro de espigas (DE), comprimento de espigas (CE), número de fileiras de grãos por espiga (Nfil), peso de cem grãos (P100) e número de perfilhos de braquiária (NPB).

O rendimento de massa seca de palha (RMSpalha) embora significativo pelo teste F ($p < 0,05$) não apresentou diferença entre os tratamentos na comparação de médias pelo teste de Tukey (Quadro 9).

A maior radiação fotossinteticamente ativa (RFA) na espiga ocorreu na modalidade consórcio (MB45-90), e a menor no milho solteiro em espaçamento 0,45 m. A incidência da RFA próxima ao solo atingiu maior valor para o milho solteiro em espaçamento 0,90 m, devido à ausência da braquiária e ao maior espaçamento entrelinhas (Quadro 2).

QUADRO 2. Radiação fotossinteticamente ativa do dossel (RFADossel), na espiga (RFAEspiga) e no solo (RFASolo), em modalidades de cultivo de milho, em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	RFADossel	RFAEspiga	RFASolo
	----- $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ -----		
MB(45-90)	1269,09 a	370,43 a	78,42 c
MB45L	1304,96 a	178,43 cd	31,04 d
MB45la	1331,62 a	241,73 bc	41,82 cd
MB90	1498,71 a	319,51 ab	49,15 cd
MS45	1352,21 a	74,62 e	74,95c
MS(45-90)	1352,21 a	134,01 de	134,69 b
MS90	1422,47 a	240,55 bc	240,55 a

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A quantidade e distribuição de área foliar e ângulo foliar no dossel de milho determina como a radiação fotossinteticamente ativa é interceptada e conseqüentemente influencia a fotossíntese e rendimento do dossel (STEWART et al., 2003). Neste caso, o tratamento MS45 apresentou menores valores de RFA incidente na altura da espiga, devido à maior interceptação da luz pelas folhas e à melhor distribuição das plantas na área. Um melhor ajuste na densidade de plantas é outro caminho para reduzir a transmissão de luz através do dossel (MCLACHLAN et al., 1993).

Para Gausman (1985) o conteúdo de água, maturação ou idade da folha, posição nodal, condição de iluminação (folhas expostas ao sol e folhas constantemente à sombra), pubescência e senescência afetam a energia refletida pelas folhas. Assim, tratamentos com estresse podem apresentar menor absorvância foliar do que aqueles sem estresse como conseqüência da maior refletância da luz pelo dossel (EARL e DAVIS, 2003). Considerando que as modalidades MB45-90 e MB90 continham maior número de plantas de milho na linha, e o maior espaçamento entrelinhas favorece o crescimento da braquiária, pode ter ocorrido condições de estresse em decorrência da competição entre as plantas, que associado à elevada pubescência na superfície foliar da braquiária, houve aumento da refletância da luz pelo dossel, diminuindo a eficiência de uso da radiação incidente.

Quanto à avaliação do índice de clorofila, o milho solteiro em espaçamento 0,90 m (MS90) foi o tratamento com maior teor de clorofila *b*, e o consórcio com braquiária na mesma linha em espaçamento 0,45 m (MB45L) com menor valor (Quadro 3).

O maior número de plantas na linha no espaçamento 0,90 m pode resultar em maior sombreamento de uma planta sobre a outra, e estudos sugerem que existe uma maior proporção relativa de clorofila *b* em plantas sombreadas, devido ao efeito compensatório da espécie à menor quantidade de radiação disponível. Esta característica permite uma maior eficiência de absorção de luz menos intensa pelos cloroplastos, incrementando o teor de clorofila total e garantindo a continuação das atividades fotossintéticas (SCALON et al., 2003).

QUADRO 3. Índice de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total, em folhas de milho avaliado em diferentes modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Total de Clorofila
	----- admensional -----		
MB(45-90)	36,72 a	25,44 bc	62,17 ab
MB45L	36,66 a	23,77 c	60,43 b
MB45la	37,39 a	27,10 ab	64,49 a
MB90	36,53 a	26,21 ab	62,74 ab
MS45	37,33 a	27,10 ab	64,43 a
MS(45-90)	37,05 a	26,64 ab	63,69 a
MS90	37,19 a	27,85 a	65,04 a

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com milho solteiro resultaram em elevados índices de clorofila total, principalmente o MS90, em função do elevado índice de clorofila *b*; enquanto os menores valores de clorofila total foram verificados na maioria das vezes onde houve consórcio com a forrageira, independente do espaçamento utilizado, destacando-se o tratamento MB45L. Tal resultado pode ser devido ao maior número de

plantas na mesma área verificado pela presença de duas espécies (milho e braquiária), o que implica em maior competição por nitrogênio, e reduz o índice de clorofila total nas folhas de milho.

Resultados semelhantes foram constatados por Sereia et al. (2011) no consórcio de milho com braquiária na linha, onde verificou que em altas populações da forrageira há redução no índice de clorofila do milho, indicando existir competição com a braquiária por nutrientes, principalmente nitrogênio. Outros autores relatam que os índices de clorofila correlacionam-se positivamente com teor de N nas folhas (ARGENTA et al., 2001a), interferindo diretamente na produtividade de grãos.

Além da competição por nitrogênio, outros fatores ambientais também podem ter reduzido o teor de clorofila total nas folhas de milho, como a competição entre o milho e a forrageira por água, principalmente no período próximo ao florescimento, quando a precipitação pluviométrica foi restrita (Figura 1). Neste sentido, avaliações do conteúdo de clorofila e de parâmetros fotoquímicos de fotossíntese tornam possível o monitoramento dos teores de água, e também de nitrogênio, caracteres importantes do rendimento de milho (DURÃES et al., 2005). Entretanto, Silva et al. (2013) não encontraram diferenças significativas nos índices de clorofila ao avaliar populações de braquiária em consórcio com o milho em espaçamento reduzido, indicando que a presença da forrageira pode eventualmente não influenciar na produção de clorofila.

Nas avaliações da temperatura da folha pela manhã, da espiga, da folha do ápice e do meio, o tratamento MS45 se encontra entre aqueles com menores temperaturas, semelhante ao MB45L (Quadro 4).

Pazzetti et al. (1992), ao utilizarem a termometria para indicar o momento de se efetuar a irrigação em milho e feijão verificaram que os componentes de produção decrescem com aumento do diferencial da temperatura entre plantas com e sem estresse hídrico. Assim, sugere-se que as plantas de milho submetidas à altas densidades populacionais podem ser afetadas por algum estresse causado pela competição por água.

Nóbrega et al. (2000) avaliando o efeito da temperatura do dossel da cultura do feijoeiro em diferentes densidades populacionais, verificaram que no tratamento de maior população foi constatada as maiores temperaturas, e atribuiu o resultado à competição por espaço físico, luz, nutrientes e água. No presente trabalho, a ocorrência de menores temperaturas foliares nas modalidades de cultivo em espaçamento 0,45 m, com milho solteiro (MS45) e consorciado com braquiária na linha (MB45L), podem ser

resultado da menor radiação fotossinteticamente ativa incidente no solo e na espiga também verificada nestes tratamentos (Quadro 2).

QUADRO 4. Temperaturas verificadas em folhas de milho, nos períodos manhã e tarde, no ápice, no meio, no baixeiro e na espiga em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	Tman	Ttar	Tap	Tmei	Tbai	Tesp
----- °C -----						
MB(45-90)	21,4 b	23,7 abc	23,4 bc	21,5 b	21,4 a	25,03 ab
MB45L	21,9 b	23,3 bc	21,6 c	20,9 b	19,5 ab	20,8 c
MB45la	21,4 b	24,6 a	26,03 a	25,2 a	21,3 a	23,2 abc
MB90	21,7 b	22,9 c	23,7 b	22 b	20,3 ab	24,5 ab
MS45	21,6 b	24,07 ab	22,4 bc	20,5 b	19,2 b	22,7 bc
MS(45-90)	21,7 b	23,8 abc	22,03 bc	21,1 b	20,1 ab	25,5 a
MS90	23,7 a	22,8 c	22,2 bc	21,03b	19,7 ab	23,4 abc

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na termometria foliar realizada pela manhã a maior temperatura foi observada no milho solteiro em espaçamento 0,90 m (MS90), provavelmente devido à maior entrada de luz. Enquanto no período da tarde, o tratamento de consórcio a lanço (MB45La), que apresenta alta população de plantas de braquiária, atingiu a maior temperatura foliar, cujo resultado também foi verificado para as temperaturas foliares do ápice, meio e baixeiro da planta. A alta população da braquiária, aliada à limitação de chuva do período, contribuíram para aumentar a sua capacidade competitiva com a cultura de milho, resultando em possível estresse hídrico.

Quando a tensão hídrica no solo resulta em estresse na planta, ocorre o fechamento dos estômatos que mantém um nível hídrico crítico em virtude da diminuição da transpiração. Os efeitos imediatos desse fechamento são um bloqueio na entrada de CO₂ e aumento da temperatura da folha, causado pela alteração no processo de refrigeração (PAZZETTI et al., 1993).

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000) o aumento da temperatura implica em redução da taxa fotossintética líquida em função do aumento da respiração,

interferindo diretamente na produção, assim a produtividade tende a diminuir com o aumento da temperatura. Como constatado no presente trabalho, as maiores produtividades foram encontradas nas modalidades com menores temperaturas nas folhas e espigas (MS45 e MB45L), em consequência da melhor distribuição das plantas no espaçamento reduzido, a qual aumenta a interceptação da luz pelo dossel e o uso do espaço físico, e contribui para manter estáveis as taxas de transpiração.

O tratamento com maior temperatura (MB45La), no entanto, não reduziu a produtividade, fato que pode ser atribuído às temperaturas máximas obtidas, mesmo no período da tarde, não ultrapassarem 25°C, onde de acordo com Shaw (1977), quando a temperatura do ar nos meses mais quentes oscila de 21°C a 27°C, verificam-se as maiores produções de milho. Resultados experimentais apontam que a temperatura constitui-se um dos fatores de produção mais determinante no desenvolvimento do milho, com grande influência na duração do ciclo da cultura, podendo retardar ou acelerar as taxas dos processos fisiológicos (ANDRADE, 1992). O aumento da temperatura foliar, entre 15°C e 30°C, aumenta a abertura estomática, permitindo maior difusão de CO₂ para os espaços intercelulares, mantendo a taxa fotossintética elevada; como também ocorre o aumento imediato da eficiência de carboxilação (MACHADO et al., 2005), contribuindo para manter uma satisfatória produção de grãos.

A média das alturas de plantas de milho – APM, e a altura de inserção de espigas – AIE (Quadro 5), foram menores na modalidade consórcio a lanço (1,81 m), pois o cultivo em espaçamento reduzido e o elevado número de plantas por área, devido a maior distribuição de sementes na semeadura a lanço, aumentou a competição entre as espécies por água e nutrientes, resultando em menor crescimento do milho. Pariz et al. (2011) também verificaram que a semeadura a lanço da *B. ruziziensis* aumenta a competição e reduz o porte das plantas de milho. Trabalhos realizados por Alves (2013) e Silva et al. (2013) constataram que quando o milho é submetido a altas populações de *B. ruziziensis* ocorre a redução da altura de plantas de milho, principalmente na safrinha, período caracterizado pela menor incidência de luz, baixas temperaturas e menor disponibilidade de água.

Nas demais modalidades de consórcio, a presença da forrageira não comprometeu o desempenho desta variável, devido ao estabelecimento adequado do estande de plantas (20 plantas m⁻²). As maiores alturas de plantas de milho foram observadas quando dispostas em consórcio, onde a competição entre as plantas por luz pode ter levado a um estímulo à dominância apical (SANGOI et al., 2002), resultando

em maior crescimento do milho em resposta à elevada capacidade de competição sobre as braquiárias (CECCON e KURIHARA, 2012).

QUADRO 5. Altura de plantas de milho (APM), altura de inserção de espigas (AIE), altura de plantas de braquiária (APB), número de perfilhos de braquiária (NPB), diâmetro de colmos de milho (DCM), área foliar por planta de milho (AFP) e índice de área foliar de milho (IAF), em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	APM	AIE	APB	NPB	DCM	AFP	IAF
	----- m -----		-	-	mm	cm ²	-
MB(45-90)	2,15 a	1,04 ab	1,48 a	25 a	19,13 a	9.450 a	5,07 a
MB45L	2,16 a	1,04 ab	1,11 b	22 a	19,15 a	8.773 ab	5,46 a
MB45La	1,81 c	0,93 b	1,23 b	27 a	17,69 a	7.789 b	4,77 a
MB90	2,16 a	1,09 a	1,27 b	27 a	18,65 a	9.172 ab	5,53 a
MS45	2,01 b	0,98 ab	-	-	18,60 a	9.224 a	5,93 a
MS(45-90)	2,14 ab	1,02 ab	-	-	20,11 a	9.851 a	5,48 a
MS90	2,03 ab	0,99 ab	-	-	18,71 a	8.437 ab	5,2 a

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A resposta da altura de plantas de braquiária (APB) variou em função das modalidades de cultivo. A modalidade MB45-90 obteve significativamente a maior altura (1,48 m), por facilitar a entrada de luz entre as linhas de milho, levando ao crescimento da forrageira. O cultivo da braquiária na linha do milho no espaçamento 0,45 m resultou em um menor crescimento (1,11 m), apesar de não diferir estatisticamente das demais (Quadro 5). Em geral, em condição de sombreamento, plantas de braquiária (cv. Marandu e Xaraés) tendem a alongar colmos e folhas como forma de exposição à luz, o que aumenta a altura dessas plantas (MARTUSCELLO et al., 2009). Entretanto, a semeadura da *B. ruziziensis* na linha do milho aumentou a competição entre as plantas, e como observado por Ceccon et al. (2011), a distribuição equidistante de plantas de milho sob espaçamento reduzido também colabora com maior crescimento inicial da cultura produtora de grãos, causando a supressão da forrageira.

As variáveis diâmetro de colmo (DC) e índice de área foliar (IAF) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, pois o crescimento inicial

lento da braquiária, pode ter diminuído a competição entre as duas espécies sobre estes parâmetros. O número de perfilhos de braquiária (NPB) também não obteve efeito significativo às modalidades empregadas. Com o uso de maior número de sementes no consórcio à lanço, a alta população da braquiária pode ter resultado em competição intraespecífica, reduzindo o seu potencial em emitir novos perfilhos (ALVES, 2013), não diferindo dos demais tratamentos.

A área foliar por planta (AFP) é uma referência de produtividade que apresenta grande importância, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa pelas folhas e a sua conversão em energia química (FAVARIN et al., 2002). A AFP foi maior no tratamento milho solteiro (MS45-90), não diferindo estatisticamente dos tratamentos consórcio (MB45-90) e milho solteiro (MS45) (Quadro 5). As fases fenológicas do milho são determinadas a partir da soma térmica diária expressa em graus-dia, mas considerando a grande exigência em luz para completar o ciclo, por ser uma espécie com metabolismo C4, a planta aumenta a sua área foliar para maximizar a captura de luz e promover um balanço positivo de carbono (JAKELAITIS et al., 2006), em resposta à menor interceptação luminosa e ao auto-sombreamento das plantas na linha em tratamentos com espaçamento mais amplo.

O menor valor de área foliar por planta foi obtida na modalidade de consórcio a lanço em espaçamento 0,45 m. Como afirma Strieder et al. (2008), a distribuição mais uniforme de plantas na área, como em espaçamento reduzido, nem sempre resulta em melhor desempenho, pois limitações nutricionais e hídricas também afetam o seu desenvolvimento.

Nas condições da safrinha, quando a distribuição de chuvas é desuniforme, a distribuição das sementes de braquiária a lanço deve ser simultânea à semeadura do milho e pode ser considerado um método que viabiliza o consórcio em cultivos de milho em espaçamento reduzido. Contudo ainda pode representar menor precisão do consórcio, já que as sementes não são incorporadas ao solo, ocorrendo uma defasagem na emergência (CECCON, 2011a). Além disso, a germinação de sementes de *B. ruziziensis* distribuídas a lanço depende da quantidade de chuva ocorrida após a semeadura (MAKINO et al., 2012).

A precipitação pluviométrica acima da média após a semeadura (Figura 1) contribuiu para uma adequada germinação das sementes. Entretanto devido ao maior gasto de sementes de braquiária, em relação às demais modalidades, a população de plantas no consórcio a lanço foi elevada, aumentando a competição da forrageira com o

milho. Além disso, no início do florescimento foi verificado um período de chuva abaixo do normal, neste estágio a planta atinge o máximo desenvolvimento e crescimento, e a ocorrência de estresse hídrico e temperaturas elevadas (acima de 35°C) podem reduzir drasticamente a produção.

Como no consórcio a lancha houve grande possibilidade de ocorrência de competição interespecífica por água no período do florescimento, devido à alta população da braquiária, pode ter ocorrido um déficit hídrico e reduzido a taxa de expansão celular, o que explica a redução da área foliar (KUNZ et al., 2007).

Quando ocorre redução da área foliar por efeito de déficit hídrico, espera-se também uma redução da matéria seca, pois o aproveitamento da energia luminosa é alterado, em consequência da redução da superfície responsável pela interceptação da radiação solar. Dessa maneira, a redução do peso seco total atribuída principalmente à menor disponibilidade de água no solo, pode resultar em estresse hídrico, e, conseqüentemente, num prolongado fechamento estomático, o que diminui a assimilação de CO₂, redução da área foliar e ao gasto excessivo das reservas por aceleração dos processos oxidativos resultantes do incremento da temperatura foliar (PAZZETTI et al., 1993). Este efeito pode ser ainda mais pronunciado no cultivo na safrinha por predominar condições edafoclimáticas adversas ao crescimento das plantas.

Os rendimentos de massa seca de folhas, colmos e espigas foram influenciados significativamente pelas modalidades de cultivo adotadas (Quadro 6). Os tratamentos de milho solteiro em espaçamentos 45 (MS45), 90 (MS90), (MS45-90) e consórcio na linha (MB45L) apresentaram os rendimentos de massa seca mais satisfatórios, resultando conseqüentemente em elevado rendimento de massa seca total de milho. Estes resultados corroboram Brambilla (2009) no estudo de modalidades de cultivo, onde também obteve-se elevada produtividade de matéria seca no tratamento milho solteiro em espaçamento 0,45 m. Argenta et al. (2001b) relatam que a quantidade de massa seca produzida, depende da taxa de absorção e eficiência de uso da energia absorvida. A maximização da interceptação da radiação, conseguida com melhor distribuição de plantas na área nas modalidades com espaçamento 0,45 m, permitiu elevar o potencial de rendimento de massa seca do milho em consórcio. Nos tratamentos solteiros, a ausência da braquiária pode ter favorecido o crescimento e desenvolvimento da cultura de grãos, resultando em elevado rendimento de massa seca total em relação ao consórcio.

QUADRO 6. Rendimento de massa seca de folhas (RMSF), rendimento de massa seca de colmos (RMSC), rendimento de massa seca de espigas (RMSE), rendimento de massa seca total de milho (RMSTm), em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	RMSF	RMSC	RMSE	RMSTm
----- kg ha ⁻¹ -----				
MB(45-90)	1.824 b	3.873 b	6.581 c	12.279 d
MB45L	2.343 a	4.957 a	8.556 ab	15.856 abc
MB45La	2.068 ab	4.597 ab	8.662 ab	15.328 bc
MB90	2.146 ab	4.131 b	7.735 bc	14.013 cd
MS45	2.470 a	5.050 a	9.895 a	17.417 a
MS(45-90)	2.271 ab	4.886 a	9.867 a	17.025 ab
MS90	2.481 a	4.921 a	8.650 ab	16.053 ab

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As modalidades de consórcio (MB45-90), (MB45La) e (MB90) apresentaram menor valor de rendimento de massa seca total de milho. Ceccon et al. (2011) afirmam que a arquitetura do dossel da forrageira pode ser constantemente alterada, principalmente pelo estímulo luminoso, contribuindo com a emissão de perfilhos. Nos tratamentos com maior espaçamento na entrelinha, a entrada de luz é facilitada e proporciona o crescimento em altura e massa da forrageira, aumentando o seu potencial competitivo com a cultura do milho.

A porcentagem de massa seca da planta aumenta conforme ocorre a perda de água em decorrência da maturação fisiológica (SEREIA et al., 2012) ou condições de estresse. As modalidades de cultivo não afetaram o teor de massa seca de folhas (Quadro 7), indicando que a convivência com a forrageira, independente da modalidade utilizada, não causou estresse à planta a ponto de antecipar a senescência das folhas ainda neste estágio.

QUADRO 7. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca de espigas (MSE), em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	MSF	MSC	MSE
	----- % -----		
MB(45-90)	21,63 a	19,81 bc	39,88 b
MB45L	22,35 a	21,26 bc	39,68 b
MB45La	22,90 a	21,71 ab	43,65 a
MB90	21,72 a	19,00 c	40,30 b
MS45	22,72 a	24,03 a	41,71 ab
MS(45-90)	22,47 a	19,33 bc	44,55 a
MS90	21,70 a	19,47 bc	39,34 b

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os maiores valores para MSC foram encontrados em espaçamento 0,45 m em cultivo solteiro (MS45) seguido pelo consórcio a lanço (MB45La), e a MSE foi significativamente maior nas modalidades MS(45-90) e MB45La, e depois no MS45. Segundo Martin et al. (2011), o acúmulo de biomassa e rendimento das culturas é determinado pela assimilação de carbono e nitrogênio. O carbono que não é consumido pela respiração aumenta a porcentagem de matéria seca da planta e pode ser destinado para o crescimento ou reserva. Assim, os tratamentos com maior massa seca no colmo e espiga podem responder com elevados rendimentos de massa seca na planta ou nos grãos.

O milho consorciado com a braquiária em espaçamento 0,90 m (MB90) atingiu significativamente a menor proporção de matéria seca de colmo (19%) em comparação às demais modalidades, e quanto às espigas, o milho solteiro em espaçamento 0,90 m (MS90) apresentou a menor proporção de massa seca, porém não foi diferente estatisticamente dos cultivos consorciados MB45L, MB45-90 e MB90.

O comprimento médio de espiga é um dos caracteres que pode interferir, diretamente, no número de grãos por fileira e, conseqüentemente, na produtividade do milho (KAPPES et al., 2009). Contudo, no presente estudo, esta característica agrônômica não foi influenciada pelas modalidades de cultivo, assim como as demais variáveis correlacionadas a produtividade de grãos, como diâmetro de espiga e número

de fileiras por espiga (Quadro 8). Segundo Cobucci (2001), a ausência de efeito significativo sobre as mesmas, no consórcio de milho com *Brachiaria* spp. em semeadura simultânea, está relacionada ao fato das braquiárias apresentarem crescimento inicial lento, reduzindo a interferência sobre o desenvolvimento do milho em relação a estas características.

QUADRO 8. Diâmetro de espigas (DE), comprimento de espigas (CE), número de fileiras de grãos por espiga (Nfil), número de grãos por espiga (NGE), peso de cem grãos (P100), em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	DE	CE	Nfil	NGE	P100
	mm	cm	-	-	g
MB(45-90)	54,78 a	16,36 a	18,11 a	433 c	33,20 a
MB45L	54,50 a	15,47 a	18,39 a	517 abc	32,04 a
MB45La	54,86 a	16,33 a	17,72 a	548 ab	31,41 a
MB90	54,61 a	15,61 a	17,56 a	450 bc	31,23 a
MS45	54,91 a	16,00 a	18,00 a	591 a	31,85 a
MS(45-90)	55,73 a	16,56 a	18,22 a	475 bc	33,36 a
MS90	54,71 a	15,97 a	18,11 a	454 bc	30,93 a

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A massa do grão é determinada pela taxa e pela duração do período de enchimento de grãos (WANG, 1999), entretanto é o componente da produção menos afetado em função do manejo ou níveis de adubação adotados (BORRÁS e OTEGUI, 2001; ANDRADE et al., 2000a). Como verificado no presente trabalho, o peso de cem grãos (P100) não apresentou efeito significativo aos tratamentos, e outros autores como JAKELAITIS et al. (2010) também não verificaram diferença significativa quando compararam o consórcio e monocultivo de milho. Calonego et al. (2011) também não constataram efeito sobre a massa de cem grãos ao avaliar populações de plantas combinadas em dois espaçamentos entrelinhas.

O número de grãos produzidos por área é o componente do rendimento que mais interfere no desempenho final da cultura do milho (VEGA et al., 2001; ANDRADE et

al., 2002a), sendo o período de crescimento até o espigamento, o mais importante na definição do número de grãos por unidade de área, e depende da associação positiva entre radiação solar e temperatura do ar (DIDONET et al., 2002). As modalidades de cultivo empregadas influenciaram na determinação do número de grãos por espigas, sendo o cultivo de milho solteiro em espaçamento 0,45 m (MS45) o tratamento com maior número de grãos (591,77 grãos), e o consórcio (MB45-90) obteve o menor número (433,15 grãos), conforme mostra o Quadro 8.

As baixas temperaturas foliares e a maior capacidade de interceptação da radiação solar no tratamento MS45 podem ter influenciado no resultado positivo sobre o número de grãos por espiga. Ao se adotar a redução no espaçamento entre linhas é possível também minimizar os efeitos de outros fatores capazes de comprometer os processos fisiológicos das plantas, como envergadura da folha, desfolhamento, deficiência de nutrientes e condições de stress, como efeito de um melhor arranjo espacial entre as plantas na área (ARGENTA et al., 2001b; ANDRADE et al., 2002b).

Os demais tratamentos com maiores espaçamentos (MB90, MS90 e MS45-90) não apresentaram diferença estatística entre si e resultaram também em baixo número de grãos por espiga. A maior densidade de plantas por metro no espaçamento 0,90 m, pode ter levado ao atraso na transformação das ramificações laterais em primórdios de espiga, o que diminui o número final de grãos por espiga (ANDRADE et al., 2000b). Como Sangoi et al. (2005) observaram, o maior adensamento de plantas aumenta a defasagem entre antese e espigamento, resultando em menor produção de grãos por espiga.

Os resultados das variáveis analisadas, referentes ao rendimento de massa seca de palha (RMSP), rendimento de massa seca de braquiária (RMSB), produtividade de espigas (PE) e grãos (RG), estão apresentados no Quadro 9.

A importância em se avaliar a produtividade de massa seca de palha decorre da necessidade de escolher sistemas de cultivos que promovam maior quantidade de palha sem afetar a produtividade de grãos, além de representar a condição inicial para semeadura das culturas em sucessão (CHIODEROLI et al., 2012). Entretanto, o rendimento de massa seca de palha não apresentou efeito significativo dos tratamentos, em decorrência da compensação de massa seca de braquiária naqueles com menor massa seca total de milho, causando um equilíbrio desta variável entre os tratamentos.

QUADRO 9. Rendimento de massa seca de palha (RMSpalha), rendimento de massa seca de braquiária (RMSB), produtividade de espigas (PE), produtividade de grãos (PG), em Dourados, MS, 2013.

Modalidades	RMSpalha	RMSB	PE	PG
----- kg ha ⁻¹ -----				
MB(45-90)	8.937 a	1.624 a	8.768 c	7.153 bc
MB45L	10.455 a	520 b	10.648 ab	8.288 abc
MB45La	10.251 a	534 b	10.972 ab	8.572 ab
MB90	8.926 a	396 b	8.866 c	7.011c
MS45	10.034 a	-	11.946 a	9.433 a
MS(45-90)	9.250 a	-	9.959 bc	7.867 bc
MS90	9.297 a	-	8.910 c	7.016 c

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Como foi observado por Chioderoli et al. (2010) o milho consorciado com as forrageiras, na entrelinha, tem menor produtividade de massa seca de palha, mas é compensado pela maior quantidade de massa seca produzida pelas forrageiras, proporcionando maior cobertura do solo, fundamental para a manutenção e longevidade do sistema plantio direto.

Nos tratamentos com cultivo de milho solteiro, houve um desenvolvimento adequado em razão da ausência da braquiária, e isso proporcionou uma elevada produção de massa pela cultura, resultando em um acúmulo de palha semelhante às demais modalidades empregadas. Brambilla et al. (2009) também constataram que o tratamento com milho solteiro apresentou maior produção de massa seca de milho em relação ao consórcio, isso porque o consórcio aumenta a competição entre as espécies por luz e nutrientes, e a ocorrência de sombreamento reduz sua área foliar.

Resultados obtidos por Bayer (1996) permitem afirmar que o aporte anual de palha necessário para a manutenção do plantio direto, na região de Cerrado, deve estar entre 10 a 12 Mg ha⁻¹. Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, somente aqueles em que houve redução do espaçamento para 0,45 m entrelinhas (MB45L, MB45La e MS45), seja cultivo solteiro ou consorciado, apresentaram

quantidade acumulada de massa seca de palha suficiente para suprir a quantidade que deve ser adicionada anualmente à superfície do solo (Quadro 9).

A avaliação da quantidade de massa seca produzida pelas braquiárias consorciadas é interessante pelo ponto de vista agrônomo, devido a sua importância para formação da cobertura do solo e de resíduo vegetal necessário para o sistema Plantio Direto (TSUMANUMA, 2004). O rendimento de massa seca de braquiária (RMSB) apresentou efeito significativo dos tratamentos em resposta ao alongamento dos colmos e folhas, onde no consórcio (MB45-90) verificou-se o maior rendimento de massa da forrageira, em razão do espaçamento 0,90 m ter proporcionado maior entrada de luz, contribuindo com maior desenvolvimento da espécie.

A modalidade de consórcio a lanço (MB45La) foi a segunda com maior rendimento de massa da braquiária, devido a maior quantidade de sementes utilizada e a ocorrência de chuvas após a semeadura, que promoveu a germinação de uma alta população de plantas. Pariz et al. (2010) também relatou que o consórcio a lanço das forrageiras com a cultura do milho se mostrou viável na produtividade de massa seca em comparação com as modalidades de semeadura exclusiva.

Os consórcios MB90 e MB45L apresentaram os menores rendimentos de massa seca de braquiária, uma das razões é a ocorrência de competição com as plantas de milho, principalmente no tratamento com braquiária na mesma linha do milho. Borghi et al. (2007), Brambilla et al. (2009) e Pariz et al. (2010) também verificaram que quando a braquiária foi introduzida na mesma linha do milho, houve competição interespecífica, prejudicando o acúmulo de biomassa da forrageira. Sob esta condição, as plantas de braquiária ficam sombreadas pelas plantas dos cereais e se tornam enfraquecidas, apresentando crescimento lento, principalmente por possuírem metabolismo C_4 de fixação do CO_2 , tornando-as muito exigentes por luz (PORTES et al., 2000). No entanto, após a colheita do milho, o crescimento da forrageira é acelerado em resposta à alta incidência luminosa sobre o dossel.

Na modalidade MB90, mesmo com a utilização de um espaçamento mais amplo, o que favorece a entrada de luz, não houve uma produção de massa de forrageira esperada como verificada no MB45-90, pois neste último a utilização do espaçamento 0,90 m seguido de 0,45 m sucessivamente, amplia o espaço entre as linhas de braquiária favorecendo o seu crescimento.

Nas modalidades com espaçamento reduzido (0,45 m) houve as maiores produtividades, diferindo significativamente daquelas que utilizaram espaçamento

convencional (0,90 m). Tais resultados mostram que a produtividade do milho pode ser aumentada com a modificação do arranjo espacial de plantas mesmo no cultivo consorciado.

O tratamento de milho solteiro em espaçamento 0,45 m (MS45) foi o que proporcionou maior produtividade de espigas e grãos. Esse incremento pode ser explicado pelo maior número de grãos por espiga da modalidade, compensando as demais variáveis de produção que não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Quanto maior o número de grãos definido por unidade de taxa de crescimento, maior será o rendimento final de grãos (DIDONET et al., 2002).

Estes resultados corroboram os estudos realizados por Borghi e Crusciol (2007), que verificaram que o milho solteiro em espaçamento 0,45 m proporcionou o maior valor de índice de espigas e massa de grãos, razão devida à ausência de condições adversas e competição interespecífica, além do melhor arranjo espacial das plantas, que aumenta a capacidade fisiológica de absorção de água e nutrientes e contribui para a formação de espigas maiores. Segundo Pântano (2003), a competição exercida pela *B. brizantha*, em consórcio estabelecido na linha de semeadura do milho, afeta o desenvolvimento da cultura, em virtude do período crítico de prevenção à interferência.

O consórcio (MB45-90) obteve a menor produtividade de espigas, não diferindo estatisticamente dos cultivos solteiro e consorciado em espaçamento 0,90 m. A produtividade de grãos destes tratamentos apresentaram também as menores médias (Quadro 9). Estes resultados podem ser explicados pelo arranjo espacial das plantas de milho dispostas em espaçamento 0,90 m entrelinhas, onde uma concentração maior de plantas de milho na mesma linha resulta em competição intraespecífica e reduz a eficiência da interceptação da radiação incidente, ocasionando menor produtividade de grãos.

Entre as vantagens do uso de espaçamento reduzido sobre a produtividade de grãos, está o aumento da população de plantas, principalmente híbridos com arquitetura moderna, que permite a colheita de maior número de espigas por área elevando a produtividade (KAPPES et al., 2011). Fancelli e Dourado Neto (1997) ainda complementam que a produtividade também depende do número de fileiras de grãos por espiga, massa de grãos, prolificidade e população de plantas. Embora não tenha apresentado diferença no diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileiras por espiga e peso de cem grãos (Quadro 8), a menor produtividade de grãos do MB45-90 pode ser justificada pelo menor número de grãos por espiga.

A redução do número de grãos por espiga pode ser consequência da diminuição da disponibilidade de radiação incidente próximo ao florescimento, como consequência direta da alta densidade populacional, que limita a taxa de crescimento da espiga e causa abortamento das flores já desenvolvidas (OTEGUI, 1997). Segundo Strieder et al. (2008), o índice de área foliar é maior em estádios fenológicos avançados, assim a qualidade e a competição entre plantas por luz alteram características do dossel, sobretudo em espaçamentos amplos e altas densidades, onde a distribuição de plantas na área torna-se menos favorável.

Alvarenga et al. (2006) avaliaram diversos estudos com o consórcio milho e braquiária, os quais demonstraram que, na média, a presença da forrageira reduz a produtividade do milho em até 5%. Contudo, verificaram que, em vários casos, não há diferença significativa entre o milho solteiro e o consorciado, e que irá depender da combinação de vários fatores, dentre eles a população da forrageira, a época de sua implantação e os arranjos de plantio.

A adoção do consórcio no decorrer dos anos resulta em maior aporte de palha e matéria orgânica ao sistema, e as produtividades tanto do cultivo de entressafra como do cultivo de verão tendem a se elevar.

CONCLUSÕES

Há efeito sobre as características fisiológicas e morfológicas do milho safrinha em função das modalidades de cultivo.

As modalidades de cultivo exerceram maior influência sobre a produtividade de grãos do que a presença da braquiária.

A elevada interceptação da radiação fotossinteticamente ativa no espaçamento reduzido aumenta o rendimento de massa seca de milho.

As maiores produtividades de milho foram obtidas nos menores espaçamentos entrelinhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80).

ALVES, V. B. **Milho safrinha consorciado com populações de braquiária e produtividade da soja em sucessão**. 2013. 27f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

AMBROSI, I.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; ZOLDAN, S. M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 1213-1219, 2001.

ANDRADE, F. H.; CALVIÑO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 975-980, 2002b.

ANDRADE, F. H.; ECHARTE, L.; RIZZALLI, R.; DELLA MAGGIORA, A.; CASANOVAS, M. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 1173-1179, 2002a.

ANDRADE, F. H.; OTEGUI, M. E.; VEGA, C. R. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 92-97, 2000a.

ANDRADE, F.H. **Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz**. Buenos Aires: INTA-CERBAS-EEA, Balcarce, 1992. 16p. (INTA-EEA Balcarce. Boletín Técnico, 106).

ANDRADE, F.H.; CIRILO, A.; ECHARTE, L. Factors affecting kernel number in maize. In: OTEGUI, M.; SLAFFER, G.A. (Eds.). **Physiological bases for maize improvement**. New York: Haworth Press, cap. 5, p. 59-71, 2000b.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G. Teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001a.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001b.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 6, p. 1163-1175, 2011.

BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho

safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, 2011.

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 1996. 240f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 1996.

BORGHI, E.; CECCON, G.; CRUSCIOL, C. A. C. Manejo de espécies forrageiras em consórcio com milho Safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12, 2013, Dourados. **Anais...**: Estabilidade e Produtividade. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 1-14, 2013.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BORGHI, É.; MOBRICCI, C.; PULZ, A.L.; ONO, E.O.; CRUSCIOL, C.A.C. Crescimento de *Brachiaria brizantha* em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, p. 91-98, 2007.

BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E. Maize kernel weight response to post flowering source-sink ratio. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 6, p. 1816-1822, 2001.

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 263-274, 2009.

BULLOCK, D.G.; NIELSEN, R.L.; NYQUIST, W.E. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 2, p. 254-258, 1988.

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 2183-2190, 2011.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 16, n. 97, p. 17-20, 2007.

CECCON, G. Produção de palha para o Sistema Plantio Direto. In: SIMPÓSIO DE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 1., 2011, Jataí. **Anais...** Jataí, GO: Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2011b, p. 8-18.

CECCON, G. Dicas para implantação do consórcio milho-braquiária. **Revista Plantio Direto**, Ed. 124, julho/agosto de 2011a. Disponível em <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1061>. Acesso em: 25 set. 2014.

CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais. **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p.39-46, 2015.

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. **Consórcio Milho-Braquiária**. n. 1. Brasília, DF: Embrapa, 2013a, p. 27-46.

CECCON, G.; KURIHARA, C. H. Oportunidades e desafios do consórcio milho-braquiária na ILP. In: FERTBIO, 2012, Maceió. **Anais...: A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2012.

CECCON, G.; SEREIA, R. C.; ALVES, V. B.; LEITE, L. F. Análise do crescimento de braquiárias e milho safrinha em cultivo consorciado. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 2011, 11. Lucas do Rio Verde/MT, 2011. **Anais...** Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde, 2011, p. 219-225.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013b.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M. de; GRIGOLLE, P. J.; SILVA, J. O. da R.; CESARIN, A. L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M. de; HOLANDA, H. V. de; FURLANI, C. E. A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. da R.; CESARIN, A. L. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1804-1810, 2012.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. **Manejo integrado, fitossanidade, cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Suprema gráfica e editora Ltda, 2001. p. 583-624.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, Safra 2013/14, Décimo Segundo Levantamento**. Brasília, v. 1, n. 12, 127 p., set. 2014.

DECAGON DEVICES. **ACCUPAR LP-80**. Disponível em: <http://www.decagon.com/products/canopy-atmosphere/canopy-measurements/lp-80-ceptometer-leaf-area-index-lai-fpar/>. Acesso em: 25 set. 2014.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J. L.; IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 933-938, 2002.

DRISCOLL, S. P.; PRINS, A.; OLMOS, E.; KUNERT, K. J.; FOYER, C. H. Specification of adaxial and abaxial stomata, epidermal structure and photosynthesis to CO₂ enrichment in maize leaves. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, n. 2, p. 381-390, 2006.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; GAMA, E. E. G.; OLIVEIRA, A. C. de. Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e à eficiência fotossintética. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 355-361, 2005.

EARL, H.J.; DAVIS, R.F. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, p. 688-696, 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. 2. ed., 2006. 306p.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Guia Clima**. Dourados, 2013. Disponível em: <<http://clima.cpao.embrapa.br/>>. Acesso em: abr. 2015.

FALKER. **Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila**. Disponível em: <<http://www.falker.com.br/datasheet.php?Id=4>> Acesso em: 09 mai. 2014.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento**. Piracicaba, São Paulo. Departamento de Produção Vegetal. São Paulo: ESALQ/USP, 2003, 9 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Tecnologia da produção de milho**. ESALQ/USP, Departamento de Agricultura, Piracicaba. 174p. 1997.

FAVARIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCÍA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Sistema para análise de variância. Lavras: UFL/DEX, 2000, CD-ROM.

FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2129-2137, 2000.

GALLO, K. P.; DAUGHTRY, C. S. T.; BAUER, M. E. Spectral estimates of absorbed photosynthetically active radiation in corn canopies. **Remote Sensing Environment**, New York, v. 17, p. 221-232, 1985.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.28, p.579-585, 2008.

GAUSMAN, H. W. Leaf reflectance of near-infrared. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 51, n. 11, p. 1725-1734, 1985.

GIMENES, M. J.; POGETTO, M. H. F. do A. dal; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. de S.; COSTA, S. Í de A.; SOUZA, E. de F. C. Interferência de *Brachiaria Ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 931-938, 2011.

HENDRY, G. A. F.; PRICE, H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Hendry, G. A. F.; Grime, J. P. **Methods in comparative plant ecology**. London: Chapman & Hall, 1993, p.148-152.

INCOTERM. **Termômetro Digital Infravermelho**. Disponível em:<<http://www.incoterm.com.br/tecnica/termometros+infravermelhos>>. Acesso em: 25 set. 2014.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A. D.; ALEXANDRINO, E.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L. VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F. da; PEREIRA, J. L.; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos da densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 373-378, 2006.

JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A.; FAROOQ, M. JASIM AL-JUBURI, H. J.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalbad, v. 11, n. 1, p. 100-105, 2009.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. da C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C. de; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C. de; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. da. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra

em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração. Lavoura-Pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 4, p. 131-141.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007.

LOBO, F. de A.; OLIVA, M. A.; RESENDE, M.; LOPES, N. F.; MAESTRI, M. Infrared thermometry to schedule irrigation of common bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 113-121, 2004.

LOOMIS, R. S.; AMTHOR, J. S. Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies, **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 1584-1596, 1999.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MAKINO, P. A.; COSTA, A. de A.; ZANON, E. de M.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Estabelecimento de *Brachiaria ruziziensis* em função de velocidades de semeadura e níveis de chuva. In: JORNADA DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA, 2012, Dourados. **Resumo...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 1 CD-ROOM.

MARTIN, T. N.; PAVINATO, P. S.; SILVA, M. R.; ORTIZ, S.; BERTONCELI, P. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 4, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá, 2011. p. 173-219.

MARTINS, A. O. **Inferências genético-fisiológicas da tolerância à seca em milho**. 2012. 140 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes-RJ.

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

MATTOS, J. L. S. Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a região do Brasil Central. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p. 52-70, 2003.

MCLACHLAN, S. M.; TOLLENAAR, M; SWANTON, C. J.; WEISE, S. F. Effect of corn-induced shading on dry matter accumulation, distribution, and architecture of redroot pigweed. **Weed Science**, s.l., v. 41, p. 568-573, 1993.

MUCHOW, R. C.; CARBERRY, P. S. Environmental control of phenology and leaf growth in a tropically-adapted maize. **Field Crop Research**, Amsterdam, v. 20, n. 221, p. 221-236, 1989.

MUCHOW, R. C.; SINCLAIR, T. R.; BENNETT, J. M. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 338-343, 1990.

NÓBREGA, J. Q.; FIDELES FILHO, J.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; DANTAS, R. T. Uso da termometria a infravermelho em diferentes densidades populacionais do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: cbmet.com, 1980-2006. p. 319-322. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/12-d606ff371855d8718075403eaf7a59bf.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2014.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E. da M. de. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1996. 87p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 64).

OTEGUI, M. E. Kernel set and flower synchrony within the ear of maize. II. Plant population effects. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 448-455, 1997.

OTTMAN, M. J.; WELCH, L. F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 2, p. 167-174, 1989.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

PANTANO, A. C. **Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M. AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. de LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. de; 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, 2011.

PAZZETTI, G. A. **Aplicação da termometria infravermelha na irrigação das culturas do milho (*Zea mays* L.) e do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1990. 61 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Viçosa-MG.

PAZZETTI, G. A.; CANO, M. A. O.; RESENDE, M. Aplicação da termometria por infravermelho a irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): Parâmetros Fisiológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 27-31, 1992.

PAZZETTI, G. A.; OLIVA, M. A.; LOPES, N. F. Aplicação da termometria ao infravermelho à irrigação do feijoeiro: Crescimento e produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1371-1377, 1993.

PEREIRA, A. R. Estimativa da área foliar em milharal. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 147-150, 1987.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, São Paulo: ESALQ/USP, 1985, 467p.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S. I. C. de; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, jul. 2000.

RESENDE, A. V. de; SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; ARNS, L. L. K.; RIBEIRO, L. F. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 269-275, 2008.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; GRACIETTI, M. A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; BIANCHET, P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p.101-110, 2002

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. **Densidade e arranjo populacional em milho**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>. Acesso em: 20 jan. 2015.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da; SILVA, A. A. da; ERNANI, P. R.; HORN, D.; STRIEDER, M. L.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C. Desempenho agrônômico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 218-231, 2006.

SCALON, S. P. Q; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento. **Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SEMEATO. **PAR 2800C.** Disponível em: <<http://www.semeato.com.br/produtoDetalhe.aspx?idProduto=46&linha=1&idLinha=3>>. Acesso em: 25 set. 2014.

SEREIA, R. C.; CECCON, G.; ALVES, V. B.; LEITE, SOARES, R. B. Índice de clorofila em milho safrinha sob diferentes modalidades de cultivo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 11., 2011, Lucas do Rio Verde. **Anais...** Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde, 2011. p. 125-133.

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria spp.* e milho safrinha em cultivo consorciado. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 18, p. 349-355, 2012.

SHAW, R. H. Climatic requirements. In: **Corn and corn improvement**. Madison: Wisconsin, American Society of Agronomy, Publisher, 1977. p. 591-623 (Serie Agronomy, 18).

SILVA, J. F. da; NETO, A. L. N.; SANTOS, A. Morfofisiologia de milho safrinha em espaçamento reduzido e consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 21, p. 259-267, 2013.

SOUZA NETO, J.M. **Formação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandundo o milho como cultura acompanhante**. 1993. Dissertação (Mestrado)– Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

STEWART, D.W.; COSTA, C.; DWYER, L.M.; SMITH, D.L.; HAMILTON, R.I.; MA, B.L. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, p. 1465-1474, 2003.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. do; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F. da; RAMBO, L.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 309-317, 2008.

TRECENTI, R. Técnicas de consórcio ajudam na formação de palha para o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n. 86, mar./abr. 2005. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=616>. Acesso em: 25 set. 2014.

TSUMANUMA, G. M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP.

VEGA, C. R. C.; ANDRADE, F. H.; SADRAS, V. O. Reproductive partitioning and seed set efficiency in soybean, sunflower and maize. **Field Crops Research**, Amsterdam v. 72, p. 165-173, 2001.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; BERNARDES, M. S.; FANCELLI, A. L.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. N. Metodologia para estimativa da área foliar de genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 182-191, 2006.

WANG, G. Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 6, p. 211-222, 1999.

WINTERSTEIGER. **Plotseed TC**: semeadora de parcelas automotriz. Riede, 2013. Disponível em: <<http://www.wintersteiger.com/pt/Seedmech/Products/Product-Range/Plot-seeders/43-Plotseed-TC>>. Acesso em: 15 set. 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Resumo das análises de variância para radiação fotossinteticamente ativa do dossel (RFADossel), na espiga (RFAEspiga) e no solo (RFASolo), índice de clorofila *a* (ClorA), clorofila *b* (ClorB) e clorofila total (ClorTotal) nas folhas de milho em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		RFADossel	RFAEspiga	RFASolo	Clor A	Clor B	Clor Total
Blocos	5	57322,895	6909,413	1077,389	0,834	1,048	2,623
Modalidades	6	3534,715 ^{ns}	6363,003 ^{**}	32428,213 ^{**}	0,706 ^{ns}	10,962 ^{**}	15,712 ^{**}
Resíduo	30	19938,681	2661,878	489,898	0,717	1,545	3,149
C.V. (%)		10,37	23,16	23,81	2,27	4,73	2,8

** = significativo a ($p < 0,01$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE B. Resumo das análises de variância para temperaturas verificadas em folhas de milho, nos períodos manhã e tarde, no ápice, no meio, no baixeiro e na espiga em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		Tman	Ttar	Tap	Tmei	Tbai	Tesp
Blocos	5	2,128	3,163	4,488	0,598	4,827	4,771
Modalidades	6	3,826 ^{**}	2,357 ^{**}	13,514 ^{**}	15,433 ^{**}	4,146 ^{**}	15,015 ^{**}
Resíduo	30	0,508	0,323	1,006	1,666	1,020	2,133
C.V. (%)		3,25	2,41	4,34	5,92	4,99	6,18

** = significativo a ($p < 0,01$); CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE C. Resumo das análises de variância para altura de plantas de milho (APM), altura de inserção de espigas (AIE), diâmetro de colmos de milho (DCM), área foliar por planta (AFP) e índice de área foliar (IAF) em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		APM	AIE	DCM	AFP	IAF
Blocos	5	169,181	33,186	11,522	1597371,796	0,967
Modalidades	6	1032,984**	151,040*	3,229 ^{ns}	2827347,359**	0,834 ^{ns}
Resíduo	30	55,137	49,297	2,476	613070,697	0,485
C.V. (%)		3,59	6,90	8,34	8,74	13,02

** = significativo a ($p < 0,01$); * = significativo a ($p < 0,05$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE D. Resumo das análises de variância para rendimento de massa seca de folhas (RMSF), rendimento de massa seca de colmos (RMSC), rendimento de massa seca de espigas (RMSE), rendimento de massa seca total de milho (RMSTm) em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		RMSF	RMSC	RMSE	RMSTm
Blocos	5	53656,833	476648,501	784021,327	2584046,172
Modalidades	6	332886,216**	1256519,703**	8108813,301**	19008272,578**
Resíduo	30	76830,656	167373,055	552929,523	1202224,948
C.V. (%)		12,43	8,83	8,68	7,11

** = significativo a ($p < 0,01$); CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE E. Resumo das análises de variância para diâmetro de espigas (DE), comprimento de espigas (CE), número de fileiras de grãos por espiga (Nfil), número de grãos por espiga (NGE), peso de cem grãos (P100), em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		DE	CE	Nfil	NGE	P100
Blocos	5	0,939	1,215	0,920	1077,899	5,831
Modalidades	6	0,992 ^{ns}	0,968 ^{ns}	0,501 ^{ns}	20557,504 ^{**}	5,412 ^{ns}
Resíduo	30	1,707	0,995	0,918	3478,801	4,301
C.V. (%)		2,38	6,22	5,32	11,89	6,48

** = significativo a ($P < 0,01$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE F. Resumo das análises de variância para massa seca de folhas (MSF), colmos (MSC) e espigas (MSE), rendimento de massa seca de palha de milho (RMSpalha), produtividade de espigas (PE), produtividade de grãos (PG) em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		MSF	MSC	MSE	RMSpalha	PE	PG
Blocos	5	0,671	1,993	7,379	1415456,647	465070,521	236957,116
Modalidades	6	1,666 ^{ns}	19,441 ^{**}	25,734 ^{**}	2449319,99 [*]	9146658,025 ^{**}	5084311,374 ^{**}
Resíduo	30	1,964	2,146	3,358	842975,80	514827,981	643129,888
C.V. (%)		6,310	7,090	4,440	9,57	7,17	10,14

** = significativo a ($p < 0,01$); * = significativo a ($p < 0,05$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE G. Resumo das análises de variância para altura de plantas (APB), número de perfilhos (NPB) e rendimento de massa seca de braquiária (RMSB) em modalidades de cultivo, em Dourados, MS, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		APB	NPB	RMSB
Blocos	5	174,166	55,266	165726,795
Modalidades	3	1443,625**	31,333 ^{ns}	1973783,829**
Resíduo	15	116,250	52,466	45510,694
C.V. (%)		8,45	28,04	27,74

** = significativo a ($p < 0,01$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE H. Milho solteiro com espaçamento de 0,45 m (MS45).



APÊNDICE I. Milho solteiro com espaçamento de 0,90 m (MS90).



APÊNDICE J. Milho consorciado com braquiária na mesma linha, com espaçamento 0,45 m (MB45L).



APÊNDICE K. Milho consorciado com braquiária na entrelinha com espaçamento a 0,90 m (MB90).



APÊNDICE L. Milho solteiro em espaçamentos intercalados de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas (MS2-0).



APÊNDICE M. Milho em espaçamentos intercalados de 0,45 m e 0,90 m entrelinhas, com uma linha intercalar de braquiária no espaçamento 0,90 m (MB2-1).



APÊNDICE N. Milho em consórcio com braquiária
semeada à lanço, com espaçamento
0,45 m (MB45La).

