

NAILTON JOSÉ SANT'ANNA SILVA

**ESPAÇAMENTO E POPULAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO CONSORCIADO  
COM *Brachiaria brizantha***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586e  
2013

Silva, Nailton José Sant'Anna, 1966-  
Espaçamento e população de plantas de milho consorciado  
com *Brachiaria brizantha* / Nailton José Sant'Anna Silva. –  
Viçosa, MG, 2013.  
viii, 38 f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Lino Roberto Ferreira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Milho. 2. Cultivo consorciado. 3. Pastagens. 4. Plantas  
forrageiras. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento  
de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 63.15

NAILTON JOSÉ SANT'ANNA SILVA

**ESPAÇAMENTO E POPULAÇÃO DE PLANTAS DE MILHO CONSORCIADO  
COM *Brachiaria brizantha***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 18 de junho de 2013.

---

Aroldo Ferreira Lopes Machado

---

José Roberto de Paula

---

João Carlos Cardoso Galvão  
(Coorientador)

---

Caetano Marciano de Souza

---

Lino Roberto Ferreira  
(Orientador)

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.*

Albert Einstein

Ao Senhor Deus, ao meu querido e exemplar pai Ailton Alexandre da Silva, à minha querida e exemplar mãe Maria da Aparecida S. Silva, pelo carinho, amor e atenção nos momentos mais difíceis.

À minha querida companheira Carla Marina, pela atenção, paciência, compreensão, carinho e companheirismo, à minha enteada Lara, pelo auxílio e apoio, à minha querida e amada filha Lívia, razão maior da minha inspiração para conclusão desta etapa da minha vida e várias outras que ainda virão. Ao meu irmão Luciano, à minha cunhada Alverinda, ao meu querido sobrinho Sancler, pela atenção, carinho e incentivo. Aos tios, primos e amigos.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade em cursar o doutorado e realizar esse trabalho.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – Campus – São João Evangelista – MG.

Ao meu orientador, professor e amigo Lino Roberto Ferreira, pela orientação, confiança e amizade.

Aos meus coorientadores, professores João Carlos Cardoso Galvão e Paulo Roberto Cecon, pelas orientações e sugestões durante a realização deste trabalho.

Ao amigo e Ir.: Jackson Aparecido Gomes Vieira, pelo companheirismo, sugestões, auxílio e incentivo com entusiasmo durante toda essa caminhada.

Aos amigos José Roberto de Paula e Valdevino Pereira da Silva, pela atenção, incentivo, companheirismo, sugestões e auxílio durante a realização desse trabalho.

Aos amigos Jaime Barros da Silva Filho e Miller Soares Machado, pela valorosa ajuda e apoio com entusiasmo durante a realização desse trabalho.

Aos alunos do IFMG – Campus São João Evangelista, pelo valoroso apoio e auxílio na instalação e na condução do experimento.

Aos colegas de turma, pelo companheirismo, incentivo, amizade e valoroso apoio nessa etapa de minha vida.

Aos servidores do IFMG – Campus – São João Evangelista, que colaboraram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

E a todos que, anonimamente, colaboraram com esse trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Nailton José Sant'Anna Silva, filho de Aílto Alexandre da Silva e Maria da Aparecida Sant'Anna Silva, nasceu em Cachoeiro do Itapemirim – ES, em 19 de março de 1966.

Cursou o primário na Escola Centro Operário e de Proteção Mútua, o ginásio na Escola de 1º grau Newton Braga, em Cachoeiro do Itapemirim – ES. O ensino médio foi cursado na Escola Agrotécnica Federal de Alegre – ES. O terceiro grau, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Foi professor substituto na Escola Agrotécnica Federal de Alegre – ES em março de 1992, onde permaneceu até o final de 1993. Foi efetivado através de concurso público na Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista – MG, em 1994, atualmente Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – Campus – São João Evangelista – MG, onde exerce o cargo de professor.

Concluiu o curso de pós-graduação em nível de especialização, em gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas, na Universidade Federal de Lavras (UFLA) – MG, em março de 2005.

Concluiu o curso de pós-graduação em nível de mestrado, em Meio Ambiente e Sustentabilidade, no Centro Universitário de Caratinga – MG, em julho de 2005.

Iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia em abril de 2010, na UFV, submetendo-se à defesa da tese em junho de 2013.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
4.1. Milho .....	16
4.2. Braquiária.....	24
5. CONCLUSÕES .....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
7. APÊNDICE .....	37



## RESUMO

SILVA, Nailton José Sant'Anna, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2013. **Espaçamento e população de plantas de milho consorciado com *Brachiaria brizantha***. Orientador: Lino Roberto Ferreira. Coorientadores: João Carlos Cardoso Galvão e Paulo Roberto Cecon.

O sistema de integração lavoura-pecuária, aliado ao plantio direto, são alternativas importantes para a recuperação de pastagens degradadas. Além de ter a capacidade de mitigar o desmatamento da vegetação nativa, a rotação entre lavoura e pecuária em sistema de plantio direto, pelas suas múltiplas interações positivas com o meio ambiente, é uma alternativa para a sustentabilidade econômica e ambiental do agronegócio brasileiro. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes espaçamentos e populações de plantas de milho consorciado com *B. brizantha* em sistema de plantio direto sobre a produtividade de milho e a formação de pastagem. O experimento foi conduzido na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, no período de novembro de 2011 a novembro de 2012. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x3x2, com quatro repetições. Foram avaliados três espaçamentos entre linhas de milho (1,00; 0,75 e 0,50 m), três populações de plantas (70, 60 e 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e dois sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado com braquiária). A semeadura da braquiária foi feita a lanço nas entrelinhas, simultaneamente ao plantio do milho, usando-se 8 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 71% de pureza e VC de 51,5%. Na cultura do milho, foram avaliados, estande, altura de plantas, altura de inserção da espiga, matéria seca de plantas aos 60 e 90 dias após a semeadura e a produtividade de grãos. Na forrageira, foram avaliados o estande de plantas, o número de perfilhos, a cobertura do solo pela braquiária e a produção de matéria seca das plantas de braquiária. O consórcio de *B. brizantha* com o milho não interferiu na produtividade de milho. Maiores produtividades de milho ocorreram com o espaçamento de 0,50 m entre linhas, nas populações de 60 e 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>. O espaçamento entre linhas e a densidade de plantas de milho consorciadas com *B. brizantha* não influenciaram a formação da pastagem.

## ABSTRACT

SILVA, Nailton José Sant'Anna, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2013. **Spacing and plant density for intercropping maize with *Brachiaria brizantha***. Adviser: Lino Roberto Ferreira. Co-advisers: João Carlos Cardoso Galvão and Paulo Roberto Cecon.

Recovering degraded pastures can mitigate the expansion of grazing land into native vegetation by deforestation. One of the alternatives to recover degraded pastures is the integration of no-tilling techniques with crop-pasture rotation systems. No-tilling techniques is known to reduce the environmental impact in agriculture and as a sustainable agribusiness practice in Brazil. This study aimed to evaluate corn yield and pasture formation from different spacings and plant densities of maize intercropped with *Brachiaria brizantha* in a no-tillage system. Field trials were implemented at the farm of the Federal Institute of Minas Gerais located in the São João Evangelista Campus unit from November 2011 to November 2012. The experimental plots were arranged in a Randomized Complete Block Design with a Factorial Treatment of 3x3x2 and four replications. The treatments consisted of three rows of maize (1.00, 0.75, and 0.50 meters apart) under three plant densities (70,000, 60,000, and 50,000 plants ha<sup>-1</sup>) and two cropping systems (maize monoculture and maize intercropped with *B. brizantha*). *B. brizantha* seeds were sown at 8 kg ha<sup>-1</sup> (71% purity and 51,5% VC) between the rows at the same time maize was planted. The variables quantified for maize were: plant stand, and plant height, height, ear height, plant dry matter (60 and 90 days after planting), and total grain yield. The variables for *B. brizantha* were: plant stand, number of tillers, soil cover, and total dry matter. The growth of *B. brizantha* did not affect maize grain yield in any of the spacings and plant densities evaluated in this study. The maize plant density of 60,000 and 70,000 plants per hectare with 0.50 m spacing between rows had significant higher corn yields than the other treatments. The spacing and plant densities evaluated for maize did not influence the *B. brizantha* pasture formation in a intercropping system.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, existem aproximadamente 163 milhões de hectares de pastagem e estima-se que 40 milhões de hectares se encontram em algum estágio de degradação (Dias Filho, 2011).

O plantio direto na palha pode ser usado para a formação, recuperação e/ou renovação de pastagem degradada, sendo a forrageira semeada em monocultivo ou em sistemas consorciados.

Os plantios consorciados, quando respeitados os princípios básicos de escolha das espécies e a adubação adequada, tendem a apresentar retorno mais rápido do investimento, podendo amortizar os custos da formação ou renovação da pastagem. A pastagem, assim formada, vai encontrar um solo com níveis mais altos de nutrientes, uma vez que o solo foi corrigido para atender as necessidades nutricionais da cultura agrícola (Carvalho *et al.*, 2005; Karam *et al.*, 2009).

O solo, nas propriedades onde se pratica a integração agricultura-pecuária, via lavoura-pastagem, quer em rotação, consorciação, assim como pastagem em monocultivo em áreas marginais para lavoura, tem apresentado melhoria física, química e biológica, quando manejado sob plantio direto na palha (Consalter, 1998).

A cultura do milho se destaca, no contexto da integração lavoura-pecuária (ILP) devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem dentro da propriedade agrícola: na alimentação animal sob a forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (rolão, silagem), na alimentação humana, na geração de receita pela comercialização da produção excedente e até na indústria de alta tecnologia. Existem cultivares de milho – variedades, híbridos duplos, híbridos triplos e híbridos simples – adaptadas a diferentes regiões do país e sistemas de produção.

A forrageira *B. brizantha* tem ampla utilização no Brasil, participando com mais de 90% das sementes de gramíneas forrageiras comercializadas para pastagens. Esta forrageira apresenta bom desempenho produtivo na maioria dos solos, embora expresse maior potencial em solos de fertilidade média a alta, fato que pode ser evidenciado na integração lavoura-pecuária,

uma vez que a forrageira se beneficia dos nutrientes residuais fornecidos para o cultivo do milho (Borghesi & Crusciol, 2007).

Trabalhos com o cultivo consorciado de milho e *B. brizantha* demonstram a viabilidade deste sistema na produção de milho e renovação de pastagens. A presença da forrageira não afeta a produtividade de grãos de milho, desde que manejada corretamente, com aplicação de subdoses de herbicidas, redução de espaçamento do milho ou semeadura defasada da braquiária (Jakelaitis *et al.*, 2005). A aplicação de subdoses de nicossulfuron tem reduzido o crescimento da braquiária, sem redução da produtividade do milho, com boa formação da pastagem (Freitas *et al.*, 2005; Jakelaitis *et al.*, 2006).

A competição entre as espécies consorciadas pode ser amenizada pela adoção de práticas culturais, como o arranjo espacial de plantas, que retarda o acúmulo de biomassa por parte da forrageira durante o período de competição interespecífica (Oliveira *et al.*, 1996). Sangoi *et al.* (2002b) relatam que a redução do espaçamento entre linhas propicia melhor distribuição espacial de plantas de milho e melhor produção de forragem, aliada à maior cobertura do solo. A consorciação de forrageiras com culturas produtoras de grãos pode promover a supressão na emergência das plantas daninhas, em virtude da agressividade na formação da pastagem pela *B. brizantha* após a colheita da cultura (Jakelaitis *et al.*, 2004; Freitas *et al.*, 2005).

A região Centro Nordeste Mineira onde foi instalado o experimento é composta em sua maioria por pequenas e médias propriedades onde predomina a agricultura familiar, com baixo nível de tecnologia, e que ainda utiliza o sistema tradicional de preparo do solo. Esse método de preparo do solo vem contribuindo para que as pastagens apresentem em sua maioria algum estágio de degradação.

Devido à carência de informações referentes a espaçamentos e populações de plantas, adequados para a cultura do milho em consorciação com a forrageira nessa região, torna-se imprescindível a realização de pesquisas, com o intuito de fornecer indicadores capazes de permitir a avaliação da produtividade em sistema de plantio direto com a integração lavoura-pecuária. Uma vez bem definidos espaçamento e população de plantas no consórcio milho braquiária, fica mais fácil a interlocução entre a pesquisa e

a extensão, facilitando a vida do produtor rural na recuperação de pastagens degradadas, técnica que poderá contribuir para o desenvolvimento sustentável e o fortalecimento da agricultura familiar.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes espaçamentos e populações de plantas de milho em monocultivo, ou em consórcio com *B. brizantha*, em sistema de plantio direto, na produtividade de milho e na capacidade de formação de uma pastagem.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A combinação do sistema plantio direto com rotação e ou consorciação lavoura/pastagem estabelece as bases de novos paradigmas na sustentabilidade agrícola. O sistema integração lavoura-pecuária em plantio direto (ILPPD) apresenta seus benefícios em áreas onde se associam culturas agrícolas anuais com pastagens e a presença de animais em pastejo (Carvalho *et al.*, 2005).

Portanto, a integração lavoura-pecuária é uma alternativa que pode ser usada como meio para minimizar os problemas dos solos cultivados, ou para recuperar pastagens degradadas. Algumas das vantagens da integração lavoura-pecuária se centram no fato de a lavoura proporcionar um retorno econômico rápido, ajudando na produção de forragens nas épocas mais críticas, fornecendo nutrientes e recuperando a produtividade. A pecuária, por sua vez, propicia à agricultura recuperação do solo pela melhoria de sua estrutura e ciclagem de nutrientes, aumento do teor de matéria orgânica, melhoria no armazenamento de água do solo e ainda por possibilitar uma melhor cobertura dos solos para o plantio direto (Gonçalves & Franchini, 2007).

O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) surgiu como técnica promissora para renovação de pastagens degradadas através do consórcio entre uma cultura produtora de grãos e uma forrageira, em que a cultura produtora de grãos irá ajudar a pagar os custos da renovação da pastagem (Cassol, 2003).

No contexto atual, em que é cada vez maior a demanda pela utilização de técnicas de cultivos autossustentáveis, a integração lavoura-pecuária contribui para a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades agrícolas. Avaliações feitas por Galharte & Crestana (2010) revelaram efeitos positivos em relação à qualidade da água, do solo e da biodiversidade, mostrando que a integração lavoura-pecuária contribui para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente.

A integração lavoura-pecuária, via plantio direto, é um dos sistemas de produção menos intensivos, com reduções no uso de insumos e perdas de solo por erosão, proporcionando benefícios recíprocos entre lavoura e pecuária de forma sustentável (Kluthcouski *et al.*, 2004).

Várias forrageiras podem ser usadas para compor esse sistema, porém a que vem despertando maior interesse para o sistema de integração lavoura-pecuária é a *B. brizantha*, pois, além de apresentar qualidades como forrageira, pode favorecer a recuperação do solo degradado (Lunardi Neto *et al.*, 2008).

No Brasil, mais de 85% das novas áreas de plantio de gramíneas são provavelmente feitas com gramíneas do gênero *Brachiaria*, sendo muito utilizadas para cria, recria e engorda de animais. A braquiária proporciona produções satisfatórias de forragem em solos com baixa e média fertilidade, devido à sua adaptabilidade às mais variadas condições de solo e clima (Santos, 2007).

De acordo com Tiritan (2001), a braquiária é a forrageira que mais vem ganhando espaço no sistema de integração lavoura-pecuária, pelo seu potencial produtivo de matéria seca, tanto da parte aérea quanto radicular, boa cobertura do solo, custo relativamente baixo de sementes, melhoria nas propriedades físicas do solo, além do controle de plantas daninhas.

No sistema de integração lavoura-pecuária, por meio da consorciação de duas gramíneas, a forrageira tem a função de fornecer alimento para a exploração 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 de plantio direto. Tem se tornado alternativa interessante para o agricultor e para o pecuarista, visto que, em muitas regiões do Brasil, o cultivo de safrinha tem apresentado insucesso, face à baixa disponibilidade hídrica e irregularidade na precipitação pluvial no período outono/inverno (Zanine *et al.*, 2006).

Outro benefício da integração lavoura-pecuária está na maior facilidade de controle das plantas infestantes. Esse sistema de cultivo reduz a diversidade de espécies de plantas daninhas e isso representa, entre outros fatores, maior eficiência no controle, seja na etapa de dessecação ou na pós-semeadura da cultura. Ikeda *et al.* (2007), avaliando diferentes sistemas de cultivo, formas de preparo do solo e níveis de adubação, verificaram menor número de espécies de plantas infestantes nos sistemas de manejo de integração lavoura-pecuária em plantio direto. Também concluíram que o sistema de cultivo, assim como o preparo do solo, foram os fatores mais importantes na determinação da composição florística do banco de sementes.

Segundo Alvarenga (2004), o sucesso da ILP depende de um planejamento inicial, em que são feitas a conservação e a adequação do solo, utilizando técnicas de controle de erosão, correção da acidez através de calagem, fertilizantes, espaçamento adequado da população e arranjo da cultura produtora de grãos e da forrageira.

O método de implantação e a espécie forrageira estão intimamente relacionados com os objetivos do consórcio, que podem ser a formação de palha ou de pastagem, assim como a recuperação de pastagem degradada.

O estabelecimento da forrageira em condições de consórcio ocorre sob condições de competição, principalmente em plantio simultâneo. Assim, nem sempre se obtém sucesso devido ao efeito competitivo que uma espécie exerce sobre a outra. O conhecimento de como a forrageira e a cultura consorciada são afetadas pela competição por fatores de produção é de grande importância para o êxito na formação da pastagem e produção satisfatória da cultura (Souza Neto, 1993).

A braquiária pode ser implantada simultaneamente à implantação da cultura anual ou cerca de 10 a 20 dias após sua emergência (Klutchcouski *et al.*, 2000). Segundo Silva *et al.* (2004), essa forrageira apresenta taxa de crescimento inicial lenta e sofre competição do milho que apresenta excelente potencial de competição com plantas de menor porte, devido à maior taxa de matéria seca produzida nas primeiras quinzenas de desenvolvimento e à elevada capacidade de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa ao longo do dossel, reduzindo a quantidade desse recurso para outras espécies. Freitas *et al.* (2005) verificaram que duas linhas de *B. brizantha* na entrelinha do milho proporcionaram maior produção de matéria seca da forrageira sem comprometimento da produtividade do milho.

Em condições de déficit hídrico, a forrageira consorciada pode reduzir o crescimento e a produtividade do milho, sendo este efeito ainda mais pronunciado quando a forrageira apresenta elevada densidade de plantas (Resende *et al.*, 2008).

Um fator importante entre os vários existentes, que vem chamando a atenção no sistema de integração lavoura-pecuária, que pode vir a causar queda no rendimento do milho e na qualidade da produção, é a competição exercida entre a cultura principal e a forrageira nos primeiros 50 dias pós-



plantio. Trata-se do período em que as plantas competem entre si pelos recursos do ambiente.

Em se tratando de consórcio, podem ocorrer situações de as espécies consorciadas germinarem e emergirem ao mesmo tempo, podendo gerar competição entre as duas espécies com significativas reduções no potencial produtivo da cultura do milho. Neste caso, torna-se necessário fazer o uso de herbicidas em subdoses, objetivando regular o crescimento da forrageira, assegurando o bom rendimento da cultura do milho (Jakelaitis *et al.*, 2010; Dan *et al.*, 2011).

Uma das combinações de herbicidas interessantes no consórcio milho e braquiária é a mistura de atrazine e nicosulfuron em doses reduzidas, em que o atrazine controla as plantas dicotiledôneas e o nicosulfuron atua sobre as gramíneas com efeito regulador sobre o crescimento da *B. brizantha* (Jakelaitis *et al.*, 2010). O cuidado com a dose dos herbicidas, principalmente com aqueles que atuam sobre as gramíneas, é decisivo para o sucesso do consórcio de milho e braquiária. A redução na dose do herbicida tem por objetivo paralisar ou reduzir o crescimento da forrageira, minimizando sua possível interferência na cultura anual. Entretanto, um dos desafios dessa tecnologia é a presença de outras espécies gramíneas infestantes, como *B. plantaginea*, que pode exercer grande interferência no desenvolvimento inicial da cultura e da forrageira (Jakelaitis *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004).

Outro fator importante é como fazer a semeadura das culturas no consórcio. Pode-se fazer a semeadura simultânea das duas culturas utilizando-se semeadeira múltipla ou misturando a semente da forrageira ao fertilizante de plantio. Também é possível fazer a semeadura da forrageira a lanço simultaneamente ao plantio do milho ou defasada em alguns dias. Além disso, em algumas situações especiais, como na renovação das pastagens, pode-se utilizar o banco de sementes da forrageira presente no solo, sendo que, nesse caso, somente a cultura anual é semeada (Freitas *et al.*, 2008).

A distribuição da quantidade de sementes planejada deve ser garantida na semeadura para alcançar a população ideal de plantas no estabelecimento da pastagem. Normalmente, recomendam-se de 3 a 6 kg de sementes puras por hectare (Kichel *et al.*, 1999; Reis, 2010).

Uma das tendências atuais é a redução do espaçamento entre linhas de cultivo do milho com o objetivo de aumentar a produtividade. Conforme Alvarenga *et al.* (2006), a prática melhora a utilização de luz, água e nutrientes, além de aumentar a capacidade de competição das plantas de milho. Sharratt & McWilliams (2005) verificaram aumento de produtividade de milho com redução de 0,76 m para 0,57 e 0,38 m no espaçamento entre linhas com população de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Associada à redução do espaçamento, foi evidenciada uma distribuição mais uniforme de raízes e folhas e maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, com melhor aproveitamento de nutrientes, água, luz e diminuição da temperatura do solo. Para isso também é fundamental uma boa adubação, principalmente nitrogenada (Sharratt & McWilliams, 2005).

Teoricamente, os melhores espaçamento e densidade são aqueles que proporcionam distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes. As plantas podem ser distribuídas de várias formas, sendo que as variações na distância entre elas na linha e nas entrelinhas determinam os diferentes arranjos na lavoura. Os principais fatores que influenciam a escolha do arranjo de plantas de milho são: cultivar, objetivo da lavoura, nível tecnológico, época de semeadura e duração da estação de crescimento na região de cultivo (Mundstock, 1977; Silva, 1992; Tollenaar, 1992).

No consórcio com forrageiras, a redução de espaçamento entre linhas tem ainda a vantagem de formar um pasto mais bem estabelecido, quando as sementes da forrageira são depositadas somente na linha de plantio do milho. Borghi & Crusciol (2007) comprovaram que, mesmo sob espaçamento reduzido de 0,50 m, o consórcio milho e *B. brizantha* proporcionou maiores produtividades que em espaçamentos tradicionais de 0,90 m. Além dos efeitos observados na cultura do milho, a redução do espaçamento entre linhas pode aumentar sua competitividade com as plantas daninhas e com a forrageira, pela maior quantidade de luz interceptada pelo dossel da cultura (Teasdale, 1995).

Em relação ao espaçamento entre linhas, sua redução permite melhor distribuição espacial das plantas, aumentando a eficiência na interceptação de radiação fotossinteticamente ativa, o que possibilita diminuição na competição entre plantas de milho por água, por luz e nutrientes (Sangoi *et al.*, 2002a;

Alvarez *et al.*, 2006). Mesmo que, em algumas situações, a redução do espaçamento entre linhas não resulte em acréscimo de produtividade, sua adoção limita, por sua vez, o desenvolvimento de plantas daninhas, e torna mais eficiente o uso de semeadoras, pois possibilita a semeadura do milho no mesmo espaçamento que a soja e o feijão (Argenta *et al.*, 2001; Gross *et al.*, 2006).

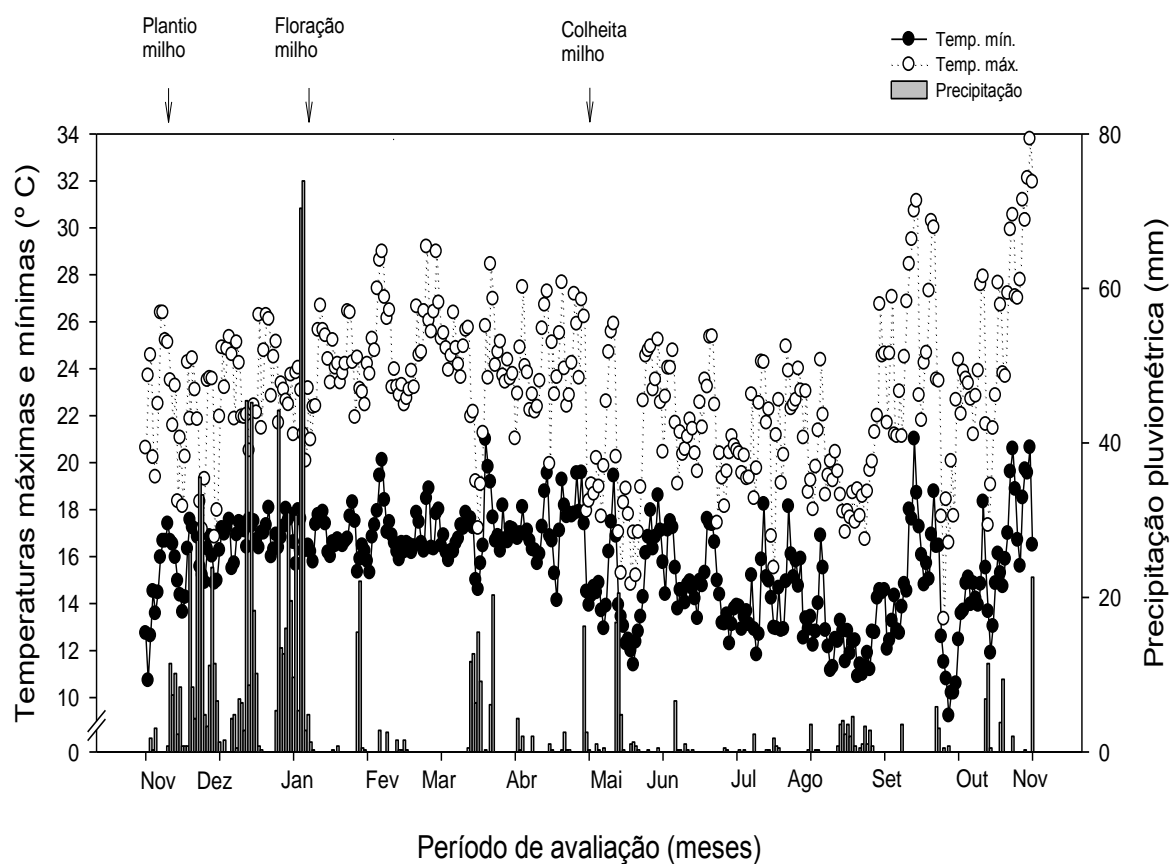
No entanto, nos sistemas de integração lavoura-pecuária, as pesquisas ainda são escassas, com poucos resultados sobre crescimento e produtividade das culturas consorciadas em diferentes espaçamentos e densidades de plantio. A busca de solução para estes problemas tem demandado investigações para as diversas forrageiras e culturas produtoras de grãos, em diversos espaçamentos, densidade e arranjos nos diferentes tipos de solo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de sequeiro no ano agrícola de 2011/12, na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, no município de São João Evangelista, localizado na região centro nordeste do Estado de Minas Gerais. A área experimental encontra-se na Microbacia do Ribeirão São Nicolau Grande, caracterizada como área de drenagem média a alta, posicionada entre as latitudes 18°00'00" e 18°07'46"S e longitudes 42°42'17"e 42°48'51"W. A altitude da área experimental é de 710 metros.

Segundo a classificação de Koppen, a região pertence ao tipo Cwa – Clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso e quente. A temperatura média máxima anual é de 26,1°C, a média anual é de 20,1°C, a temperatura média mínima é de 15°C e a precipitação anual de 1.180 mm.

Os dados de precipitação, temperaturas máximas e mínimas durante a execução do experimento encontram-se na Figura 1.



**Figura 1** – Precipitação pluviométrica com temperaturas máxima e mínima diária no ano agrícola 2011/2012, município de São João Evangelista – MG. Início das avaliações: 05 de novembro de 2011. (Fonte: CENIBRA)

Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3x3x2, sendo três espaçamentos (1,00; 0,75 e 0,50 m) entre linhas de milho, três populações de plantas (70, 60 e 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e dois sistemas de cultivo (milho solteiro e milho consorciado com *B. brizantha*), com quatro repetições. Cada parcela teve uma área total de 20 m<sup>2</sup>.

Em agosto de 2011, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm para caracterização química e física do solo, cujos resultados se encontram na Tabela 1.

**Tabela 1** – Características físico-químicas do solo da área onde foi implantado o experimento.

Profundidade	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC <sub>(t)</sub>	CTC <sub>(T)</sub>
	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
0-20	5,5	6,7	50	3,00	0,90	0,20	4,52	4,03	4,23	8,55
20-40	5,6	3,1	34	2,00	0,90	0,20	3,42	2,99	3,19	6,41

Profundidade	V	MO	Fração mineral (%)			
	%	dag kg <sup>-1</sup>	Areia	Silte	Argila	Textura do solo
0-20	47,13	1,29	31	47	22	Franco
20-40	46,65	0,24	21	53	26	Franco-siltosa

A quantidade de calcário aplicada, visando à elevação da saturação de bases para 60%, foi de 1,3 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, com PRNT de 85%. O corretivo foi aplicado sobre o solo, sem incorporação, 60 dias antes do plantio.

A dessecação da vegetação existente na área experimental foi feita com a aplicação de 1,44 kg ha<sup>-1</sup> de glyphosate, 15 dias antes da semeadura do milho e da braquiária.

A adubação de plantio constou de 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 8-28-16 e a adubação de cobertura, de 222 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (100 kg ha<sup>-1</sup> de N).

Foi feita a semeadura do milho híbrido duplo DKB 789 (solteiro e em consórcio com a braquiária) com a semeadeira adubadeira em sistema de plantio direto. As sementes de milho foram tratadas com o fungicida Cruiser 350 FS (Tiametoxam) na dose de 600 mL do produto comercial por 100 kg de sementes.

A semeadura da *B. brizantha* cultivar Marandu foi feita a lanço nas entrelinhas, simultaneamente ao plantio do milho, utilizando 8 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com pureza de 71% e valor cultural de 51,5%.

Aos 30 dias após a semeadura do milho e da braquiária, aplicou-se a mistura dos herbicidas atrazine 1,5 kg ha<sup>-1</sup> e nicosulfuron a 0,008 kg ha<sup>-1</sup>, visando ao controle das plantas daninhas dicotiledôneas, outras gramíneas e, também, à redução do crescimento inicial da braquiária. Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador costal com capacidade para 20 litros, com barra de dois bicos tipo leque TT 11002, calibrado para aplicar 100 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Para obtenção da população de plantas de milho desejada conforme o tratamento avaliado, foi feito, aos 20 dias após o plantio (DAP), o desbaste do excesso das plantas na área de cada parcela.

O estande final de plantas foi avaliado na época da colheita, contando-se todas as plantas da área útil da parcela.

A matéria seca (MS) das plantas de milho foi determinada aos 60 e 90 DAP, com a colheita de cinco plantas de forma aleatória na área útil de cada parcela. As plantas foram pesadas em balança eletrônica de precisão para a obtenção da massa de matéria fresca (MF). Em seguida, as plantas foram passadas em picadeira e coletada uma amostra que novamente foi pesada em balança eletrônica de precisão e levada para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 75°C até atingir massa constante, obtendo-se a matéria seca por planta.

Para determinação da porcentagem de umidade no momento da colheita, utilizou-se a fórmula  $PU-PS/PS \times 100$ , em que (PU) é o peso úmido e (PS), o peso seco.

A determinação da altura média das plantas (AP) foi feita quando a cultura se encontrava no estágio de florescimento. Foi considerada a distância entre o colo e a inserção da folha bandeira. Cinco plantas foram medidas aleatoriamente na área útil de cada parcela com uma régua graduada de 3 metros e, em seguida, calculada a média de altura por planta.

Para determinar a altura média de inserção da espiga (AIE), foi considerada a distância entre o colo e a inserção da primeira espiga. Cinco plantas foram medidas aleatoriamente na área útil de cada parcela com uma régua graduada de 3 metros e, em seguida, calculada a média da altura de inserção das espigas por planta.

As espigas foram colhidas manualmente em 3,00 m na linha de plantio, tendo o número de linhas colhidas variado de acordo com o espaçamento.

Para demarcar a área de amostragem, utilizou-se uma régua graduada de 5,00 m, desprezando-se 1,00 m de cada extremidade. Nas parcelas com espaçamento de 1,00 m entre linhas e que continham 4 linhas de 5,00 m de comprimento, foram colhidas as espigas contidas em duas linhas, totalizando 6,00 m lineares colhidos. Nas parcelas com espaçamentos de 0,75 m entre linhas e que continham 5 linhas de 5,00 m de comprimento, foram colhidas as espigas contidas em três linhas, totalizando 9,00 m lineares colhidos. Já nas parcelas com espaçamento de 0,50 m entre linhas e que continham 8 linhas com 5,00 m de comprimento, foram colhidas as espigas contidas em 6 linhas, totalizando 18,00 m lineares colhidos.

As espigas foram debulhadas com uma debulhadora manual e, posteriormente, os grãos de cada parcela foram pesados em balança eletrônica de precisão, sendo em seguida determinada sua umidade na colheita. A massa de grãos de milho com umidade na colheita (UC) foi transformada para massa de grãos de milho a 13%, que é a umidade de estocagem. Em seguida, foi extrapolada para média de produção por hectare. Para obtenção deste resultado, foi utilizada a seguinte fórmula:  $P(13\%) = 100 - \text{umidade na colheita (UC)} / 100 - (13) \times \text{peso úmido na colheita (PU)}$ .

Para avaliar a população de plantas de braquiária aos 60, 90 e 120 DAP, foi feita a contagem das plantas presentes dentro de um quadro de 1,00 m<sup>2</sup>, que foi lançado aleatoriamente por três vezes em pontos da área representativa de cada parcela. Em seguida, calculou-se a população por metro quadrado.

Para avaliação da matéria seca (MS) da braquiária aos 240 e 365 DAP, foi feita a colheita da forrageira presente dentro de um quadro de 1,00 m<sup>2</sup>, que foi lançado por três vezes em pontos diferentes da área representativa de cada parcela, sendo o corte feito a 10 cm de altura em relação ao solo. Após a colheita, o material de cada parcela foi pesado em balança eletrônica de precisão para determinação da matéria fresca (MF). Após a primeira pesagem, foi coletada uma amostra que novamente foi pesada e levada para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 75°C até atingir massa constante, para calcular a matéria seca por hectare.

A determinação do número médio de perfilhos foi feita aos 365 DAP, utilizando um quadro de 1,00 m<sup>2</sup>, que foi lançado aleatoriamente por três vezes



na área útil de cada parcela. As plantas contidas no quadro foram cortadas a uma altura de 10 cm do solo. Após a contagem dos perfilhos, calculou-se a média do número de perfilhos por metro quadrado.

Para determinação da cobertura do solo pela braquiária aos 365 DAP, foi utilizado um retângulo de madeira de 0,60 m de comprimento por 0,45 m de largura, que foi lançado por três vezes em cada parcela. A forrageira contida dentro do retângulo foi fotografada por três vezes, utilizando uma máquina digital. As fotografias foram submetidas à análise no programa QUANT para calcular a porcentagem de cobertura do solo pela forrageira (Vale *et al.*, 2003).

Foi feita a análise de variância dos dados utilizando o teste F e, independentemente de a maior interação ser significativa ou não, foram efetuados os referidos desdobramentos, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Utilizou-se o programa estatístico SAEG para análise dos dados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Milho

Verificou-se que o estande final de plantas, Tabelas 2 e 3, foi uniforme entre espaçamentos e modalidade de plantio milho solteiro e milho consorciado com *B. brizantha*, não tendo havido diferença significativa entre sistemas de cultivo para os estandes dentro de uma mesma população de plantas e espaçamento. Houve diferença apenas entre as faixas propostas (50, 60 e 70 mil plantas de milho ha<sup>-1</sup>) dentro de cada espaçamento e sistemas de cultivo. Apenas na população de 60 mil plantas no espaçamento de 1,00 m houve desuniformidade significativa no estande final para milho solteiro (Tabela 3). Essa uniformidade do estande nos diferentes tratamentos confere confiabilidade aos dados de produtividade do milho.

**Tabela 2** – Estande final de plantas de milho ha<sup>-1</sup> em função de densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>), espaçamento (E) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
70	69.481aA	68.750aA	68.333aA	69.250aA	70.500aA	70.500aA
60	58.500bA	58.500bA	59.750bA	58.666bA	60.750bA	60.351bA
50	49.500cA	50.000cA	48.814cA	50.500cA	50.500cA	50.500cA
CV(%)	2,20					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** – Estande final de plantas de milho ha<sup>-1</sup> em função de espaçamento (E), densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

D	70		60		50	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>1,00 m</b>	69.481a	68.750a	58.500b	58.500a	49.500a	50.000a
<b>0,75 m</b>	68.333a	69.250a	59.750ab	58.666a	48.814a	50.500a
<b>0,50 m</b>	70.500a	70.500a	60.750a	60.351a	50.500a	50.500a
<b>CV(%)</b>	2,20					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo entre os diferentes tratamentos para matéria seca de plantas de milho aos 60 DAP, Tabelas 4 e 5, indicando que, até essa época, população de plantas, espaçamento de plantio e sistemas de cultivo não interferiram no acúmulo de matéria seca por planta de milho. Essa não interferência da *B. brizantha* com o milho pode ser explicada pela emergência tardia da forrageira, aliada à aplicação de subdose do herbicida nicossulfuron, que reduziu o crescimento, conforme também relatado por Jakelaitis *et al.* (2006).

**Tabela 4** – Matéria seca de plantas de milho aos 60 DAP (g planta<sup>-1</sup>) em função de densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>), espaçamento (E) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>70</b>	51,4aA	58,0aA	50,4aA	51,0aA	48,4aA	49,3aA
<b>60</b>	53,7aA	46,8aA	54,0aA	44,3aA	51,0aA	63,7aA
<b>50</b>	50,4aA	48,8aA	51,4aA	46,6aA	66,1aA	53,4aA
<b>CV(%)</b>	25,08					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5** – Matéria seca de plantas de milho aos 60 DAP (g planta<sup>-1</sup>) em função de espaçamento (E), densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

D	70		60		50	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>1,00 m</b>	51,4a	58,0a	53,7a	46,8a	50,4a	48,8a
<b>0,75 m</b>	50,4a	51,0a	54,0a	44,3a	51,4a	46,6a
<b>0,50 m</b>	48,4a	49,3a	51,0a	63,7a	66,1a	53,4a
<b>CV(%)</b>	25,08					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de matéria seca feita aos 90 DAP, Tabelas 6 e 7, houve diferenças na matéria seca por planta de milho apenas entre as três populações de plantas no espaçamento de 0,75 m para milho solteiro; houve diferença entre os sistemas de cultivo para a população de 60 mil plantas e espaçamento de 0,75 m, Tabela 6, e entre os três espaçamentos na densidade de 70 mil plantas no milho solteiro e na densidade de 60 mil plantas, tanto para o milho solteiro quanto consorciado. Estes resultados parecem indicar tendência de maior acúmulo de matéria seca nos maiores espaçamentos entre plantas, independentemente da população. Este resultado possivelmente está relacionado ao fato de o maior espaçamento ter proporcionado maior incidência da radiação solar e menor competição por água e nutrientes. O maior espaçamento melhora a distribuição foliar e diminui o sombreamento das folhas superiores sobre as inferiores, aumenta a área foliar ativa na interceptação de radiação solar incidente e pode melhorar a eficiência de conversão da radiação solar interceptada em rendimento na produção de biomassa vegetal (Mandoni *et al.*, 2001).

Nas duas épocas de avaliações, não ficou evidenciado efeito da interferência da *B. brizantha* no milho, o que é plenamente justificável pela emergência tardia da forrageira e também pela aplicação do nicosulfuron (Tabelas 16, 17 e 18). A maior produção de biomassa vegetal, segundo Alvarenga *et al.* (2006) e Cruz *et al.* (2008), se deve ao fato de o milho ser

considerado um excelente competidor com plantas de porte baixo e apresentar crescimento inicial rápido, aspectos estes favorecidos pela sua arquitetura foliar com maior eficiência fotossintética. O milho possui uma arquitetura foliar com maior eficiência na utilização da radiação solar incidente sobre a folha e, de acordo com Amaral Filho *et al.* (2005), a capacidade de interceptação da radiação solar incidente está diretamente relacionada ao índice de área foliar e também à envergadura da folha. Essa baixa interferência da *B. brizantha* com o milho também pode ser explicada pela emergência tardia da forrageira, aliada à aplicação do herbicida nicossulfuron, que reduziu o crescimento, conforme também relatado por Jakelaitis *et al.* (2006).

**Tabela 6** – Matéria seca de plantas de milho aos 90 DAP (g planta<sup>-1</sup>) em função de densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>), espaçamento (E) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>70</b>	254,6aA	237,0aA	190,4bA	172,9aA	164,8aA	180,1aA
<b>60</b>	209,9aA	248,2aA	264,5aA	189,8aB	139,0aA	155,9aA
<b>50</b>	215,5aA	224,5aA	188,8bA	213,5aA	188,6aA	174,1aA
<b>CV(%)</b>	19,89					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 7** – Matéria seca de plantas de milho aos 90 DAP (g planta<sup>-1</sup>) em função de espaçamento (E), densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	70		60		50	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>1,00 m</b>	254,6a	237,0a	209,9a	248,2a	215,5a	224,5a
<b>0,75 m</b>	190,4ab	180,1a	264,5a	189,8ab	188,8a	213,5a
<b>0,50 m</b>	164,8b	172,9a	139,0b	155,9b	188,6a	174,1a
<b>CV(%)</b>	19,89					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito de tratamentos para altura de plantas de milho, Tabelas 8 e 9, assim como também não houve efeito para altura de inserção de espigas (Tabelas 10 e 11). Resultados semelhantes foram encontrados por Buso *et al.* (2012), que, também, não encontraram interação significativa ( $p>0,05$ ) entre espaçamento e população de plantas para altura de planta na cultura do milho em sistema de plantio direto.

**Tabela 8** – Altura de plantas de milho (cm) aos 105 DAP em função de densidade ( $D \times 1000$  pl.  $ha^{-1}$ ), espaçamentos (E) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>70</b>	219,4aA	220,1aA	214,8aA	204,9aA	208,7aA	211,4aA
<b>60</b>	227,3aA	229,5aA	209,8aA	212,0aA	217,2aA	216,2aA
<b>50</b>	223,2aA	220,2aA	208,3aA	210,0aA	212,2aA	212,3aA
<b>CV(%)</b>	4,87					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9** – Altura de plantas de milho (cm) aos 105 DAP em função de espaçamentos (E), densidade ( $D \times 1000$  pl.  $ha^{-1}$ ) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	70		60		50	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>1,00 m</b>	219,4a	220,1a	227,3a	229,5a	223,2a	220,2a
<b>0,75 m</b>	214,7a	204,9a	209,7a	212,0a	208,2a	210,0a
<b>0,50 m</b>	208,7a	211,4a	217,1a	216,2a	212,2a	212,3a
<b>CV(%)</b>	4,87					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 10** – Altura de inserção da espiga (cm) em função de densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>), espaçamentos (E) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>70</b>	104,6aA	101,2aA	91,6aA	99,4aA	102,0aA	108,5aA
<b>60</b>	104,1aA	111,2aA	97,4aA	103,2aA	102,9aA	95,9aA
<b>50</b>	101,3aA	101,2aA	98,6aA	97,9aA	95,4aA	98,7aA
<b>CV(%)</b>	9,67					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 11** – Altura de inserção da espiga (cm) em função de espaçamentos (E), densidade (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

D	70		60		50	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>1,00 m</b>	104,6a	101,2a	104,1a	111,2a	101,3a	101,2a
<b>0,75 m</b>	91,6a	99,4a	97,4a	103,2a	98,6a	97,9a
<b>0,50 m</b>	102,0a	108,5a	102,9a	95,9a	95,4a	98,7a
<b>CV(%)</b>	9,67					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A convivência do milho com a *B. brizantha* não influenciou a produtividade de grãos (Tabela 12). Este fato ocorreu pelo baixo estande de plantas da forrageira na fase inicial do milho, uma vez que o efeito do herbicida nicossulfuron aplicado em subdoses contribuiu para redução do crescimento da *B. brizantha* na fase inicial do seu ciclo.

Analisando a produtividade de milho em função das diferentes populações de plantas, dentro de cada espaçamento e sistemas de plantio, Tabela 12, observa-se diferença significativa apenas no espaçamento de 0,50 m no milho solteiro, em que a maior produtividade ocorreu na população de 60

mil plantas ha<sup>-1</sup> em relação à menor população, com 50 mil. Dentro de cada população de plantas e de cada espaçamento, não houve diferença entre as produtividades de milho solteiro ou consorciado, independentemente do espaçamento e da população de plantas.

Considerando a produtividade de milho dentro da população de 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>, no milho solteiro e no milho consorciado com *B. brizantha*, Tabela 13, observou-se menor produtividade no espaçamento de 1,00 m, sendo que os resultados obtidos nos espaçamentos de 0,75 e 0,50 m não diferiram entre si. Na população de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> e espaçamento de 0,50 m, houve maior produtividade de grãos. Na população de 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>, com milho solteiro, o efeito de espaçamento foi menos evidenciado, com menor produtividade no espaçamento de 1,00 m, porém não diferiu da produtividade obtida no espaçamento de 0,50 m. Ainda para essa população de 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>, não se verificou diferença entre as produtividades nos espaçamentos do milho consorciado.

Segundo Sangoi *et al.* (2010), a densidade de plantas ideal pode variar com as características genéticas da planta, e a expressão máxima dessas características é influenciada por fatores edafoclimáticos, pela latitude, luminosidade/nebulosidade, níveis de adubação empreendidos, principalmente fósforo (fonte e forma de aplicação) e incidência de pragas e doenças. Trabalhos mostraram que o aumento da densidade de plantas de milho (60 a 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>) incrementa positivamente a produtividade de grãos de milho (Borghetti *et al.*, 2004; Amaral Filho *et al.*, 2005; Marchão *et al.*, 2005; Fontoura *et al.*, 2006; Demétrio *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2008; Stacciarini *et al.*, 2010; Buso *et al.*, 2012; Farinelli *et al.*, 2012; Serpa *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2012).

Os resultados observados no presente estudo corroboram os de Sangoi *et al.* (2002a), os quais afirmam que a redução do espaçamento de semeadura entre linhas propicia melhor distribuição espacial de plantas de milho e melhor produção de grãos, aliada à maior cobertura do solo.

Para cada sistema de produção, pode existir um arranjo de plantas ótimo que maximiza a produtividade do milho, sendo as melhores respostas,



geralmente, dependentes de condições ambientais propícias ao desenvolvimento da cultura, principalmente em relação à disponibilidade de água e de nutrientes (Almeida *et al.*, 2000; Sangoi *et al.*, 2001; Marchão *et al.*, 2005; Sharratt & Mcwillians, 2005).

**Tabela 12** – Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função de densidade ( $\text{Dx1000 pl. ha}^{-1}$ ), espaçamento (E) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

E	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>70</b>	3.645aA	4.311aA	6.376aA	6.061aA	6.230abA	6.122aA
<b>60</b>	3.980aA	3.826aA	5.133aA	4.905aA	7.129aA	6.384aA
<b>50</b>	4.048aA	4.607aA	6.117aA	5.648aA	5.469bA	5.703aA
<b>CV(%)</b>	16,16					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 13** – Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função de espaçamento (E), densidade ( $\text{Dx1000 pl. ha}^{-1}$ ) e sistema de cultivo (milho solteiro – MS e consorciado com braquiária – MB)

D	70		60		50	
	MS	MB	MS	MB	MS	MB
<b>1,00 m</b>	3.645b	4.311b	3.980b	3.826b	4.048b	4.607a
<b>0,75 m</b>	6.376a	6.061a	5.133b	4.905b	6.117a	5.648a
<b>0,50 m</b>	6.230a	6.122a	7.129a	6.384a	5.469ab	5.703a
<b>CV(%)</b>	16,16					

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4.2. Braquiária

O estande de plantas de *B. brizantha* não foi influenciado pelo espaçamento e população de plantas de milho nas avaliações feitas aos 60, 90 e 120 DAP (Tabelas 14, 15 e 16). Também não houve efeito desses tratamentos sobre números de perfilhos aos 365 DAP (Tabela 18). A convivência da *B. brizantha* com o milho também não influenciou a produtividade de grãos de milho (Tabelas 12 e 13). Esses resultados corroboram os de Freitas *et al.* (2008 e 2013). Trabalhando com espaçamento de 1,00 m entre linhas e 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, Freitas *et al.* (2008) não encontraram efeito negativo da *B. brizantha* cultivar Vitória na produção de milho, quando se fez a semeadura simultânea das duas espécies.

Para matéria seca de forragem, não houve efeito de tratamentos aos 240 DAP (Tabela 17). Todavia, na avaliação feita aos 365 DAP, parece ter ocorrido uma tendência de menores valores de biomassa no menor espaçamento do milho, embora esse efeito tenha sido significativo apenas dentro da população de 50 mil plantas. Essa tendência de menores valores de biomassa da forrageira no menor espaçamento do milho pode ser justificada pela competição por água, nutrientes e, principalmente, pela luz, visto que a forrageira é uma planta C<sub>4</sub>, necessitando de bastante luminosidade para seu pleno desenvolvimento.

O milho é considerado um ótimo competidor com plantas de menor porte, como é o caso das braquiárias, devido, principalmente, à sua expressiva vantagem sobre a forrageira, evidenciada pela maior taxa de acúmulo de massa seca produzida nos estádios iniciais de desenvolvimento. Apresenta elevada capacidade de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa ao longo de seu dossel, o que reduz a quantidade desse recurso para as outras espécies (Freitas *et al.*, 2008).

**Tabela 14** – Estande da *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 60 DAP em função de espaçamento (E) e densidade de plantas de milho ( $D \times 1000 \text{ pl. ha}^{-1}$ ) no consórcio milho braquiária

E/D	—— plantas $\text{m}^{-2}$ ——		
	70	60	50
1,00 m	1,5aA	1,0aA	1,8aA
0,75 m	1,5aA	1,0aA	1,3aA
0,50 m	0,8aA	0,5aA	1,3aA
CV(%)	51,84		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 15** – Estande de *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 90 DAP em função de espaçamento (E) e densidade de plantas de milho ( $D \times 1000 \text{ pl. ha}^{-1}$ ) no consórcio milho braquiária

E/D	—— plantas $\text{m}^{-2}$ ——		
	70	60	50
1,00 m	3,5aA	3,3aA	4,3aA
0,75 m	2,8aA	2,3aA	3,0aA
0,50 m	1,8aA	1,8aA	3,0aA
CV(%)	37,55		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 16** – Estande de *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 120 DAP em função de espaçamento (E) e densidade de plantas de milho (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) no consórcio milho braquiária

E/D	—— plantas m <sup>-2</sup> ——		
	70	60	50
1,00 m	5,0aA	5,0aA	5,5aA
0,75 m	5,0aA	4,8aA	5,3aA
0,50 m	4,5aA	4,0aA	5,0aA
<b>CV(%)</b>	21,63		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 17** – Matéria seca de plantas de *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 240 e 365 DAP em função de espaçamento (E), densidade de plantas de milho (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) em pastagem formada pelo consórcio milho braquiária

E/D	MS240 —— kg ha <sup>-1</sup> ——			MS365 —— kg ha <sup>-1</sup> ——		
	70	60	50	70	60	50
1,00 m	574aA	586aA	534aA	1.102aA	1.000aA	1.222abA
0,75 m	577aA	596aA	559aA	935aA	963aA	1.537aA
0,50 m	574aA	596aA	611aA	750aA	750aA	509bA
<b>CV(%)</b>	17,29			52,69		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 18** – Número de perfilhos da *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 365 DAP em função de espaçamento (E), densidade de plantas de milho (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>) em pastagem formada pelo consórcio milho braquiária

—— ud m <sup>-2</sup> ——			
E/D	70	60	50
<b>1,00 m</b>	641aA	521aA	570aA
<b>0,75 m</b>	393aA	364aA	405aA
<b>0,50 m</b>	384aA	400aA	337aA
<b>CV(%)</b>	33,28		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados do presente trabalho estão próximos daqueles encontrados por Borghi *et al.* (2007), que verificaram superioridade na produção de matéria seca da *B. brizantha* consorciada na linha da cultura do milho no espaçamento de 0,90 m aos 122 dias após a emergência em Nitossolo Vermelho estruturado, no Estado de São Paulo.

A cobertura do solo com *B. brizantha*, Tabela 19, não foi influenciada pelas populações de plantas de milho e nem pelos espaçamentos entre linhas testados. Uma das possíveis explicações foi a semeadura a lanço da forrageira, cujas sementes foram distribuídas em toda área, não só na linha de plantio do milho. Conforme visto nas Tabelas 14 a 18, a forrageira só se desenvolveu plenamente após a colheita do milho e início da estação chuvosa, ou seja, quase um ano após o plantio. Segundo Reis (2010), tanto a semeadura feita com máquinas específicas para sementes pequenas, quanto a semeadura com as sementes misturadas ao adubo, assim como a semeadura a lanço são alternativas eficientes para formação de uma pastagem com *B. brizantha*. Esse autor verificou desenvolvimento inicial mais lento da forrageira quando feita a lanço, porém esse efeito desapareceu após a colheita do milho e início da estação chuvosa, o que está de acordo com os resultados desse trabalho.

**Tabela 19** – Porcentagem da área coberta (PAC) do solo pela *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu), aos 365(DAP), em função de espaçamento (E) e densidade de plantas de milho (Dx1000 pl. ha<sup>-1</sup>), em pastagem formada pelo consórcio milho braquiária

E/D	PAC		
	—— % ——		
	70	60	50
1,00 m	91,8aA	91,8aA	90,7aA
0,75 m	87,9aA	86,9aA	87,3aA
0,50 m	89,2aA	90,1aA	85,5aA
CV(%)	3,66		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. CONCLUSÕES

O consórcio de *B. brizantha* com o milho não interferiu na produtividade do milho.

Maiores produtividades de milho ocorreram com o espaçamento de 0,50 m entre linhas, nas populações de 60 e 70 mil plantas por hectare.

Os espaçamentos entre linhas e a densidade de plantas de milho consorciadas com *B. brizantha* não influenciaram a formação da pastagem.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIM, A.F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.

ALVARENGA, R.C. Integração lavoura: pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. 3. **Anais...** Belo Horizonte-MG: UFMG, cd-rom, 2004.

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. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 106-126, 2006.

ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 467-473, 2005.

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

BORGHI, E.; MELLO, L.M.M.; CRUSCIOL, C.A.C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 3, p. 337-345, 2004.

BORGHI, E. & CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BUSO, W.H.D.; FIRMIANO, R.S.; BORGES E SILVA, L.; SOUZA, D.G.; ARNHOLD, E. Influência da densidade populacional e do espaçamento nos parâmetros agronômicos e produtivos na cultura do milho. **Anais...XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia, 2012.** Homepage: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/07236.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/07236.pdf)>.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; SILVA, R.R. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal



permanente. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 6, n. 8, 2005. Homepage: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria/>>.

CASSOL, L.C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 157p. Tese (Doutorado em Ciências do solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CONSALTER, M.A.S. **Sistema integrado lavoura pecuária e compactação em latossolo Bruno**. 1998. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

CRUZ, S.C.S.; PEREIRA, F.R.S.; BICUDO, S.J.; ALBUQUERQUE, A.W.; SANTOS, J.R.; MACHADO, C.G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivados em consórcio em diferentes preparos de solos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, supl., p. 733-739, 2008.

DAN, H.A.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; DAN, L.G.M.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N.; BRAZ, G.B.P.; JUMES, T. Supressão imposta pelo mesotrione a *Brachiaria brizantha* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 861-867, 2011.

DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1691-1697, 2008.

DIAS FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4.ed. Belém: Ed. do Autor, 2011. 216p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 21–27, 2012.

FONTOURA, D.; STANGARLIN, J.R.; TRAUTMANN, R.R.; SCHIRMER, R.; SCHWANTES, D.O.; ANDREOTTI, M. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 545-551, 2006.

FREITAS, F.C. FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, M.V.; AGNES, E.L.; CARDOSO, A.A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, p. 49-58, 2005.

FREITAS, F.C.L.; SANTOS, M.V.; MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, M.G.O. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodossulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, v. 26, p. 215-221, 2008.

FREITAS, R.J.; NASCENTE, A.S.; SANTOS, F.L.S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

GALHARTE, C.A. & CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11 p. 1202-1209, 2010.

GONÇALVES, S.A. & FRANCHINI, J.C. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 44).

GROSS, M.R.; VON PINHO, R.G.; BRITO, A.H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamentos entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 387-393, 2006.

IKEDA, F.S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Bancos de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1545-1551, 2007.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; WERLANG, R.C. Controle de planta daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* cultivados em consórcio. **Boletim Informativo SBPCPD**, v. 10, p. 231-232, 2004.

JAKELAITIS A.; SANTOS, J.B.; VIVIAN, R.; SILVA, A.A. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 59-68, 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A. da; SILVA, A.F. da; SILVA, L.L. da; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 53-60, 2006.

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**, v. 40, p. 380-387, 2010.

KARAM, D.; SILVA, J.A.A.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, M.F.; MOURÃO, S.A. **Manejo das forrageiras dos gêneros *Brachiariae* e *Panicum* consorciadas com o milho em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 130).

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

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BACELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: Integração Lavoura Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Embrapa Arroz e feijão. Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L.F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. Potafós. Encarte Técnico: **Informações Agronômicas**, n. 106, 2004.

LUNARDI NETO, A.; ALBUQUERQUE, J.A.; ALMEIDA, J.A.; MAFRA, A.L.; MEDEIROS, J.C.; ALBERTON, A. Atributos físicos do solo em área de mineração de carvão influenciados pela correção da acidez, adubação orgânica e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, n. 4, p. 1379-1388, 2008.

MADONNI, G.A.; OTEGUI, M.E.; CIRILO, A.G. Plant population density, row spacing and hybrid affects on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 183-193, 2001.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.B.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MUNDSTOCK, C.M. **Densidade de semeadura no milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/ASCAR, 1977. 35p.

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

REIS, W.F. **Tratamento de sementes, densidade e método de semeadura de *Brachiaria brizantha* no consórcio de milho e braquiária**. 2010. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2010.

RESENDE, A.V.; 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**, v. 38, n. 4, p. 269-275, 2008.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L.; HEBERIE, P.C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 861-869, 2001.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M.A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHET, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 79, p. 39-51, 2002a.

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

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.

SANTOS, L.C. **Morfogênese, características estruturais e produtivas de Braquiárias com diferentes adubações**. 2007, 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2007.

SERPA, M.S.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; VIEIRA, V.M.; MARCHESI, D.R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 541-549, 2012.

SHARRATT, B.S. & MCWILLIAMS, D.A. Microclimatic and rooting characteristics of narrow-row versus conventional-row corn. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 4, p. 1129-1135, 2005.

SILVA, P.R.F. Densidade e arranjo de plantas em milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências...** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura – CIENTEC – ABMS, p. 291-294, 1992.

SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; PAIVA, T.W.B.; SEDIYAMA, C.S. Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 429-435, 2004.

SILVA, A.G.; CUNHA JUNIOR, C.R.; ASSIS, R.L.; IMOLESI, A.S. influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agronômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 89-96, 2008.

SILVA, R.R.; THEODORO, G.F.; LIBÓRIO, C.B.; PESSOA, L.G.A. Influência da densidade de cultivo de dois genótipos de milho na severidade da mancha de cercóspera e no rendimento de grãos na 'safrinha'. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1449-1454, 2012.

SOUZA NETO, J.M. **Formação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com o milho como cultura acompanhante**. 1993. 58p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

STACCIARINI, T.C.V.; CASTRO, P.H.C.; BORGES, M.A.; GUERIN, H.F.; MORAES, P.A.C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 516-519, 2010.

TEASDALE, J.R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, v. 9, n. 1, p. 113-118, 1995.

TIRITAN, C.S. **Alterações dos atributos químicos do solo e resposta do milho à calagem superficial e incorporada em região de inverno seco**. 2001. 108p. Tese (Doutorado em agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, v. 37, n. 2, p. 305-311, 1992.

VALE, F.X.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. QUANT. A software plant disease severity assessment. 8<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, Christchurch New Zealand, 2003.105p.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; CARVALHO, G.G.P.  
Potencialidade da integração lavoura-pecuária: relação planta-animal. **Revista  
Electrónica de Veterinaria**, v. 7, 2006. Homepage:  
<<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010601.pdf>>

## 7. APÊNDICE

**Tabela 1A** – Resumo da análise de variância das seguintes características avaliadas: estande de plantas final (EPF), matéria seca aos 60 DAP (MS60) e aos 90 DAP (MS90), altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE) e produtividade de grãos (PG) do milho (HD-DKB789) em função de espaçamento (E), densidade (D) e sistema de cultivo (SC)

Quadrados Médios							
F.V.	gl	EPF	MS60	MS90	AP	AIE	PG
Blocos	3	5485214	277,98	2469,82	375,60	218,04	3757005
E	2	14560150**	202,35 <sup>ns</sup>	25098,53**	1173,39**	211,34**	29280470**
D	2	282208000**	11,50 <sup>ns</sup>	9,67 <sup>ns</sup>	197,18 <sup>ns</sup>	79,50 <sup>ns</sup>	367300,30 <sup>ns</sup>
SC	1	175528,1 <sup>ns</sup>	49,40 <sup>ns</sup>	90,83 <sup>ns</sup>	3,70 <sup>ns</sup>	82,35 <sup>ns</sup>	69402,03 <sup>ns</sup>
ExD	4	1206683 <sup>ns</sup>	160,62 <sup>ns</sup>	4010,18*	32,51 <sup>ns</sup>	98,17 <sup>ns</sup>	2922316**
ExSC	2	752568,5 <sup>ns</sup>	40,78 <sup>ns</sup>	1872,86 <sup>ns</sup>	10,63 <sup>ns</sup>	21,23 <sup>ns</sup>	817026,60 <sup>ns</sup>
DxSC	2	2249032 <sup>ns</sup>	123,07 <sup>ns</sup>	336,24 <sup>ns</sup>	16,14 <sup>ns</sup>	11,97 <sup>ns</sup>	443349,20 <sup>ns</sup>
ExDxSC	4	1355881 <sup>ns</sup>	173,44 <sup>ns</sup>	3416,91 <sup>o</sup>	49,20 <sup>ns</sup>	92,09 <sup>ns</sup>	239393,10 <sup>ns</sup>
Resíduo	51	1726596	184,35	1480,53	109,90	95,05	737976,60
Média		59.619	52,16	200,67	215,41	100,83	5316,40
CV(%)		2,20	9,96	19,18	4,87	9,67	16,16

\*\* , \* e <sup>o</sup> – Significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup> – não significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.

**Tabela 2A** – Resumo da análise de variância das seguintes características avaliadas: estande de plantas aos 60 DAP (EP60), aos 90 DAP (EP90) e aos 120 DAP (EP120), matéria seca aos 240 DAP (MS240) e aos 365 DAP (MS365), número de perfilhos (NP) e porcentagem da área coberta (PAC) aos 365 DAP da *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) em função de espaçamento (E) e densidade (D)

Quadrados Médios								
F.V.	gl	EP60	EP90	EP120	MS240	MS365	NP	PAC
Blocos	3	0,41	3,44	4,22	867588,8	9928,2	68489,7	25,41
E	2	1,08 <sup>o</sup>	7,00 <sup>**</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	838744,1 <sup>o</sup>	2509,4 <sup>ns</sup>	154972,5 <sup>**</sup>	54,73 <sup>*</sup>
D	2	1,08	3,25 <sup>o</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	121323,0 <sup>ns</sup>	1934,8 <sup>ns</sup>	6565,4 <sup>ns</sup>	12,90 <sup>ns</sup>
E x D	4	0,17 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	235577,2 <sup>ns</sup>	1915,8 <sup>ns</sup>	7058,4 <sup>ns</sup>	6,87 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0,37	1,13	1,12	263565,0	10010,75	22032,8	10,64
Média		1,17	2,83	4,89	974,28	578,53	446,06	89,03
CV(%)		51,84	37,55	21,63	52,69	17,29	33,28	3,66

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>o</sup> – Significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup> – não significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.