

JACKSON APARECIDO GOMES VIEIRA

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTIO DE MILHO-SILAGEM
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

V658e
2013

Vieira, Jackson Aparecido Gomes, 1963-
Espaçamento e densidade de plantio de milho-silagem
consorciado com *Brachiaria brizantha* / Jackson Aparecido
Gomes Vieira. – Viçosa, MG, 2013.
viii, 43f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Lino Roberto Ferreira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.34-40.

1. Pastagens. 2. Pastagens - Manejo. 3. Silagem. 4. Palha -
Utilização na agricultura. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.202

JACKSON APARECIDO GOMES VIEIRA

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTIO DE MILHO-SILAGEM
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 todos os professores, pesquisadores e produtores deste País, que sonham e trabalham para um mundo melhor para todos.

À minha família, à Marcella, minha amada esposa, e à minha querida filha Rafaella, pois foram sempre o meu porto seguro e minha fonte de inspiração.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – Campus – São João Evangelista – MG, que, juntamente com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitotecnia, nos proporcionou a oportunidade de cursar o doutorado e realizar este trabalho.

Aos Professores orientadores João Carlos Cardoso Galvão, Paulo Roberto Cecon e, em especial, o Prof. Lino Roberto Ferreira, pela orientação, ensinamentos, amizade, disponibilidade e incentivo.

Aos Professores do Programa do Doutorado Interinstitucional (Dinter), em especial aos Profs. Caetano Marciano de Souza e Antônio Alberto Da Silva, pela amizade, apoio e ensinamentos durante todo o curso.

Ao colega e Ir. Nailton José Sant’Anna Silva, pelo companheirismo, contribuições e incentivo durante este trabalho.

A todos os colegas de turma que foram sempre solidários durante todas as etapas. Em especial os colegas Jaime Barros e Miller Soares Machado

Ao amigo e Ir. Prof. Nildimar Gonçalves Madeira, Diretor Geral do Campus São João Evangelista, pelo incentivo e apoio.

Aos alunos e produtores de São João Evangelista que participaram voluntariamente e deram um brilho especial a esta pesquisa.

Em especial à minha família, minha amada esposa Marcella e minha querida filha Rafaella, que souberam entender minhas ausências durante este período, sempre com carinho e compreensão.

À minha mãe, meus irmãos, meu pai e à “Indinha” (*in memoriam*), que, mesmo distantes, me deram muita força e muita luz.

Ao Grande arquiteto do universo, que é Deus, por tudo de bom que tem acontecido em minha vida.

Meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

Jackson Aparecido Gomes Vieira, filho de João Paulino Vieira e Creusa Maria Flor de Maio Vieira, nasceu na Cidade de São João Evangelista, MG, no dia 15 de fevereiro de 1963. Em 1980, concluiu o Curso Técnico em Agropecuária, pela Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista, MG. Em 1984, diplomou-se no Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Em 1986, concluiu o Curso de Aperfeiçoamento em Irrigação e Drenagem, no Centro Nacional de Engenharia Agrícola, Iperó, SP. Em 1988, concluiu o Curso de Especialização em Metodologia de Ensino Superior (*lato sensu*) na Fundação Percival Farquhar em Governador Valadares, MG. Em 1996, concluiu o Curso de Especialização em Didática aplicada a Educação Tecnológica (*lato sensu*) no CEFET-RJ. Em 2001, concluiu o curso de Especialização em Cafeicultura Empresarial (*lato sensu*) na UFLA – MG. Exerceu a função de Diretor Adjunto da EAFSJE-MG no período de 1995 a 1999. Em 2009, concluiu o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional Agrícola, no Instituto de Agronomia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade federal de Viçosa, no ano de 2010, submetendo-se à defesa da tese em junho de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	viii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 – Milho	16
4.2 – Braquiária.....	29
5 – CONCLUSÕES.....	33
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
7 – APÊNDICE	41

RESUMO

VIEIRA, Jackson Aparecido Gomes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2013. **Espaçamento e densidade de plantio de milho-silagem consorciado com *Brachiaria brizantha***. Orientador: Lino Roberto Ferreira. Coorientadores: João Carlos Cardoso Galvão e Paulo Roberto Cecon.

O sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP), em plantio direto, pode ser uma alternativa sustentável e economicamente viável na produção de forragem. Objetivou-se, nesse trabalho, avaliar o efeito de espaçamentos e populações de plantas de milho consorciado com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto sobre a produção e a qualidade da silagem, assim como sobre a formação da pastagem. O experimento foi conduzido na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, no período de novembro de 2011 a dezembro de 2012. 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 (70, 60 e 50 mil plantas de milho ha⁻¹) e dois sistemas de cultivo (milho solteiro e consorciado com *B. brizantha*), três repetições, com parcela de 20 m². A dessecação da vegetação foi feita com o herbicida glyphosate, 15 dias antes da semeadura do milho (híbrido duplo DKB 789) no sistema de plantio direto. A *B. brizantha*, cultivar Marandu, foi semeada a lanço, logo em seguida ao milho, numa densidade de 8 kg ha⁻¹ (VC 51,5%). Para o controle das plantas daninhas e do crescimento inicial da forrageira, foi feita a aplicação da mistura dos herbicidas atrazine e nicosulfuron (1,5+0,008 kg ha⁻¹). Foram avaliadas as seguintes características na cultura do milho: estande final, altura de planta, altura de inserção da espiga, matéria seca aos 60, 90 e 115 dias após o plantio (DAP), produtividade e qualidade da silagem. Na braquiária, foram avaliados o estande de plantas aos 60 e 90 DAP, matéria seca aos 115 e 365 DAP, número de perfilhos e porcentagem de área coberta aos 365 DAP. A maior produtividade de silagem foi obtida com os espaçamentos de 0,75 e 0,50 m e na população de 70 mil plantas de milho, independentemente do sistema de cultivo. Melhor qualidade da silagem, nas populações de 60 e 70 mil plantas, foi obtida no espaçamento de 1,00 m. A qualidade da silagem não foi influenciada pelo espaçamento entre linhas na população de 50 mil plantas. Obteve-se melhor formação da pastagem com *B.brizantha*, com o espaçamento de 1,0 m

entre linhas de plantio de milho, independentemente das populações de plantas de milho utilizadas.

ABSTRACT

VIEIRA, Jackson Aparecido Gomes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2013. **Spacing and density of corn silage planting associated with *Brachiaria brizantha***. Advisor: Lino Roberto Ferreira. Co-advisors: João Carlos Cardoso Galvão and Paulo Roberto Cecon.

The Cattle Breeding Farming Integration System (ILP), in direct planting, can be a sustainable alternative and an economically viable in the production of forage. The aim of this study was to evaluate the effects of spacing and corn plant populations associated with *Brachiaria brizantha* in a direct planting system over the production and quality of forage, as well as the pasture formation. The experiment was conducted in a farm of the Federal Institute of Minas Gerais – São João Evangelista campi, during the period from November 2011 to December 2012. The treatments were ordered in random blocks, in factorial arrangement 3x3x2, considering three spacing (1.00, 0.75 and 0.50 m, between the corn lines), three populations (70, 60 and 50 thousand corn plants ha⁻¹) and two cultivation systems (corn single associated with *B. brizantha*), three repetitions, with parcels of 20 m². The desiccation of the vegetation was done by the herbicide glyphosate, 15 days before the corn seeding (double hybrid DKB 789) in the direct planting system. The *B. brizantha*, Marandu cultivar was seeded by throwing, right away after the corn, at a density of 8 kg ha⁻¹ (51.5% VC). For the control of invasive plants and the initial growth of forage was done the application of mixture of the herbicides atrazine and nicosulfuron (1.5+0.008 kg ha⁻¹). It was analyzed the following characteristics in the corn cultivation: final stand, plant height, ear of corn's height, dry matter during 60, 90 and 115 days after the planting (DAP), productivity and quality of forage. In the *B. brizantha*, it was evaluated the stands of plants during 60 and 90 DAP, dry matter during 115 and 365 DAP, number of adoptions and percentage of covered area during 365 DAP. The best productivity of the forage was obtained with the spacing of 0.75 and 0.50 m and in the population of 70 thousand corn plants; regardless the cultivation system. A better ensilage quality in the population of 60 and 70 thousand plants was obtained in the spacing of 1.00 m. The ensilage quality was not influenced by the spacing between the lines in the population of 50 thousand plants. It was obtained a better pasture formation with *B.brizantha*, with the spacing of 1.00 m between the lines of the corn plantation used.

1 – INTRODUÇÃO

A região centro nordeste de Minas Gerais, onde está situada a cidade de São João Evangelista, tem como principais atividades econômicas as pecuárias de corte e de leite. As propriedades são pequenas e os solos, em sua maioria, estão degradados e com baixas produtividades. A produção de forragens a pasto no período seco tem sido insuficiente e de baixa qualidade nutritiva, necessitando cada vez mais de complementos como a silagem, feno, ração e outros.

A prática mais comum entre os agricultores dessa região tem sido o plantio de milho para silagem, com o objetivo de alimentar o gado no período de inverno. São plantios sucessivos, ano após ano, sempre na mesma área, com o uso do sistema convencional, tendo na aração e na gradagem a única forma de preparo do solo. Estas práticas têm colaborado para a degradação dos solos, perda de fertilidade e, conseqüentemente, menores produtividades.

A busca do conhecimento de novas tecnologias que venham mudar essa realidade tem sido um desafio para os técnicos e pesquisadores. Embora exista muita informação sobre integração lavoura pecuária (ILP) para outras regiões, o centro nordeste de Minas Gerais ainda é carente em pesquisas nessa área, principalmente sobre espaçamento e densidade de milho consorciado com forrageira.

Os sistemas mistos de exploração de lavoura e pecuária (Sistemas Integrados Lavoura-Pecuária ou, simplesmente, Integração Lavoura-Pecuária (ILP) têm chamado a atenção e parecem ser a solução mais viável pelas vantagens que apresentam em relação aos sistemas isolados de agricultura ou de pecuária.

A integração lavoura-pecuária pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas (Alvarenga, 2004).

Assim, o cultivo de milho em sistema de consórcio com espécies forrageiras, principalmente do gênero *Brachiaria*, pode proporcionar em uma única estação chuvosa produção de grãos ou silagem, forragem e palhada com

boa persistência e qualidade para instalação do sistema plantio direto nos anos seguintes. Inúmeros resultados têm constatado a maior eficiência desse sistema de manejo do solo em relação ao preparo convencional, não somente na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas, mas também no retorno econômico para o agricultor (Alvarenga, 2004).

Dentro desse contexto, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar a combinação na cultura do milho, de três espaçamentos entre linhas (1,00; 0,75 e 0,50 m), três populações de plantas (70, 60 e 50 mil) em dois sistemas de cultivo (milho consorciado com *B. brizantha* e milho solteiro), na produção e na qualidade da silagem de milho, assim como na formação de pastagem, com intuito de fornecer indicadores que apontem as melhores combinações do sistema (ILP) para as condições edafoclimáticas da região.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

O sistema plantio direto com a rotação e/ou consorciação lavoura/pastagem estabeleceu novas bases na sustentabilidade agrícola, com grandes benefícios em áreas onde se associem culturas agrícolas anuais com pastagens e a presença de animais em pastejo. A pastagem, além de manter o solo coberto, permite que ocorram adição e aumento no teor de matéria orgânica no solo, sendo um ponto favorável dessa combinação (Carvalho *et al.*, 2005).

Entre as culturas que podem ser usadas na integração lavoura pecuária, o milho se destaca por seu valor de mercado, por sua capacidade produtividade e por seu desempenho quando consorciado com plantas forrageiras (Souza Neto,1993; Cobucci, 2001b). Além disso, o milho é tradicionalmente cultivado praticamente em todo país, com fácil acesso a genótipos comerciais adaptados às diferentes regiões ecológicas, tendo inúmeras utilidades na propriedade rural, principalmente na alimentação bovina (Silva *et al.*, 2004; Freitas *et al.*, 2005).

Em sistemas de consórcio, o milho em situações favoráveis, como solos férteis e adubação adequada, é considerado excelente competidor com plantas de porte baixo, pois apresenta crescimento inicial rápido (Jakelaitis *et al.*, 2004). Trabalhos conduzidos por Alvim *et al.*(1989) e Duarte *et al.* (1995) demonstraram que, em competição com espécies de *Brachiaria*, a produtividade do milho não foi alterada. No consórcio de *B. brizantha* com o milho, Cobucci (2001a) relata que em vários ensaios a presença da forrageira não afetou o milho e, em outros, foi necessário o uso de nicosulfuron em subdoses para reduzir o crescimento da forrageira e, com isso, garantir o rendimento da cultura. Segundo Jakelaitis *et al.* (2004), 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, pode influenciar a competição entre as plantas.

Várias são as formas de implantação do consórcio milho e braquiária. De acordo com Freitas *et al.* (2008), para o plantio simultâneo das culturas, pode-se utilizar semeadora comum para o plantio do milho e misturar a semente da

frrageira ao fertilizante de plantio ou utilizar essa semeadora apenas para o milho e fazer a sementeira da braquiária a lanço. Pode-se também usar máquinas específicas que permitem o semeio simultâneo das duas espécies. Além disso, em algumas situações especiais, como na renovação das pastagens, pode-se utilizar o banco de sementes da frrageira anterior presente no solo, sendo que, nesse caso, somente a cultura anual é semeada.

A formação da pastagem é feita em etapas, entre as quais se destaca o processo de sementeira. Este processo deve proporcionar boa distribuição das sementes. A sementeira da braquiária deve garantir a quantidade de sementes e ser planejada para que se alcance a população ideal de plantas no estabelecimento da pastagem. Kichel *et al.* (1999) recomendam a densidade de 3 a 6 kg de sementes puras e viáveis por hectare. Reis (2010) trabalhou com densidades de sementeira de 2, 4, 6 e 8 kg ha⁻¹ de sementes com VC de 76%, recomendando para a sementeira a lanço a densidade de 8 kg ha⁻¹.

O arranjo das plantas consorciadas é importante para a formação eficiente da pastagem. Segundo Freitas *et al.* (2005), a sementeira de duas linhas da frrageira, na entrelinha do milho espaçado de 1,0 m, proporcionou melhor produção da frrageira se comparada à sementeira a lanço, quando feita na época da adubação nitrogenada. Todavia, Reis (2010) obteve boa formação da pastagem com sementeira a lanço na entrelinha do milho espaçado de 0,60 m, isso porque a sementeira da frrageira ocorreu na mesma época do milho.

Segundo Silva *et al.* (2004), a frrageira consorciada apresenta taxa de crescimento inicial lenta, sendo menos competitiva que a cultura do milho em situações de solos férteis e adubação adequada para a cultura. Todavia a frrageira tende a ser mais competitiva com o milho no caso de baixa fertilidade do solo (Reis, 2010). Segundo Kluthcouski *et al.* (2000), para garantir o atraso da braquiária, pode-se misturar a semente ao adubo de plantio, sendo ambos depositados em maiores profundidades, assim ocorrerá atraso da emergência, de maneira a diminuir a competição com a cultura produtora de grãos. Portes *et al.* (2000) relataram que a deposição das sementes de braquiária a 10 cm de profundidade, com o fertilizante, retardou a emergência das plântulas da frrageira em aproximadamente cinco dias e as enfraqueceu, além disso, em

virtude do sombreamento provocado pelo milho durante o período de consorciação, a forrageira apresentou crescimento lento. Porém deve-se evitar o plantio muito profundo, pois, segundo Mota (2008), as sementes de *B. brizantha*, colocadas em profundidade superior a 6 cm, praticamente não germinam. Uma alternativa para evitar a competição da forrageira com o milho é aplicar uma subdose de herbicida (nicosulfuron), visando a reduzir o crescimento da forrageira (Jackelaitis *et al.*, 2004).

Em relação à forrageira do consórcio, as espécies do gênero *Brachiaria* mais utilizadas em sistemas de integração lavoura-pecuária são a *B. brizantha* e a *B. decumbens*. Essas forrageiras são as mais cultivadas no país, substituindo pastagens nativas, cujas baixas taxas de proteína bruta e produtividade são responsáveis por perdas de peso animal, principalmente na estação seca (Garcia *et al.*, 2004).

A *Brachiaria brizantha* é uma espécie característica de solos vulcânicos do continente africano, originária de uma região com precipitação anual em torno de 700 mm e cerca de oito meses de seca, além de apresentar grande diversidade de tipos (Rayman, 1983).

Soares Filho (1994) a descreve como planta perene, variando de 1,5 a 2,5 m de altura, cespitosa, muito robusta, com bainhas pilosas e lâminas foliares linear-lanceoladas, apresentando rizomas muito curtos e encurvados. É indicada para solos de média a alta fertilidade, tendo boa resistência à cigarrinha das pastagens, porém baixa tolerância ao encharcamento. Segundo esse autor, as vantagens destas espécies relacionam-se à adaptabilidade às mais adversas condições de solo e clima, proporcionando produções satisfatórias, mesmo nestas condições.

A variedade Marandu, originária do Zimbábue, foi lançada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 1984. Ela tem porte ereto, variando de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados e afilhos (perfilhos) cada vez mais eretos, ao longo do crescimento da touceira. A referida espécie também apresenta intenso afilhamento nos nós superiores dos colmos floríferos, além de ter pelos na porção apical dos entrenós, bainhas pilosas e lâminas largas e longas, com pouca pubescência na face ventral e glabras na face dorsal. As inflorescências podem atingir até 40 cm de

comprimento, com 4 a 6 racemos (Nunes *et al.*, 1985). Segundo os mesmos autores, esta forrageira apresenta adequado valor nutritivo, alta produção de matéria verde e grande quantidade de sementes viáveis. De acordo com Ghisi & Pedreira (1986), o cultivar Marandu tem maior tolerância a cigarrinhas das pastagens e a condições de baixas temperaturas e seca que as outras braquiárias.

Segundo Alcântara & Bufarah (1988), o cultivar Marandu é muito exigente em fertilidade do solo, sendo persistente e com boa capacidade de rebrota, sua produção média anual é de 8 a 20 t ha⁻¹ de matéria seca de acordo com a adubação feita, e sua propagação é por sementes.

A escolha do espaçamento e da densidade ideal, tanto para milho em monocultivo como consorciado, é uma das práticas e técnicas mais importantes para essa cultura (Almeida *et al.*, 1999). Por isso é que se procura estudar o comportamento da cultura do milho em diferentes densidades e diferentes espaçamentos, a fim de determinar o arranjo de plantas que proporciona melhor produtividade. De modo geral, a baixa produtividade das lavouras de milho no Brasil é devida a uma densidade não adequada de plantas por unidade de área, fatores ligados à fertilidade dos solos e ao arranjo de plantas na área (Fancelli & Dourado Neto, 2004).

Historicamente, o espaçamento recomendado para produção de forragem ou silagem é de 0,90 a 1,0 m entre linhas, com densidade de cinco plantas por metro, perfazendo cerca de 50.000 a 55.500 plantas ha⁻¹. O espaçamento tradicional de um metro entre linhas é originário do uso de animais nas lavouras para realização dos tratos culturais (Mundstock, 1977).

De acordo com Sangoi *et al.* (2002), a redução do espaçamento de semeadura entre linhas no consórcio milho braquiária propicia melhor distribuição espacial de plantas de milho e melhor produção de forragem, aliada à maior cobertura do solo. O arranjo de plantas pode ser manipulado por alterações na densidade, no espaçamento entrelinhas e na distribuição de plantas na linha de cultivo (Argenta *et al.*, 2001).

Segundo Flénet *et al.* (1996), mantendo-se constante a densidade de plantas, a redução do espaçamento entrelinhas, por si só, aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar incidente. De acordo com Johnson *et al.*

(1998), também é melhorado o uso dos recursos do ambiente, possibilitando melhor distribuição de plantas na área, promovendo redução da competição intraespecífica por luz, água e nutrientes.

Borghini & Crusciol (2007), em seus trabalhos, mostram vantagens com o uso de espaçamentos reduzidos. Em estudos com milho solteiro e consorciado com braquiária, comparando a produtividade de grãos em dois espaçamentos entre linhas (0,45 m e 0,90 m), obtiveram, tanto no milho solteiro como no consorciado, maior produtividade no espaçamento de 0,45 m.

Essa tendência também é mostrada por Alvarez *et al.* (2006), quando avaliaram híbridos de milho na produção de matéria seca e na produção de grãos. Foram usados dois espaçamentos, 0,70 e 0,90 m, com duas densidades, 55 e 75 mil plantas ha⁻¹, tendo a redução do espaçamento entre linhas de 0,90 para 0,70 m proporcionado maiores produções de matéria seca (MS) e de grãos de milho, independentemente do ano de plantio e da densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas de 55 para 75 mil plantas ha⁻¹ também proporcionou aumento na produção de MS e de grãos de milho, independentemente do ano de plantio.

Outros espaçamentos e densidades foram relatados por Demétrio *et al.* (2008) para dois híbridos de milho simples, em três espaçamentos (0,40; 0,60 e 0,80 m) e com quatro estandes (30, 50, 70 e 90 mil plantas ha⁻¹). Eles concluíram que a produtividade do milho aumenta com a redução no espaçamento entre linhas e que o incremento na densidade aumenta a altura de plantas e a inserção da primeira espiga, mas reduz o número de grãos por espiga. Todavia, o melhor arranjo de plantas de milho para os híbridos testados foi o de espaçamento de 0,40 m nas entre linhas na população de 70 mil plantas ha⁻¹.

Segundo Sangoi *et al.* (2010), o aumento da densidade de plantas pode afetar uma série de características que interferem na qualidade da silagem. Se o objetivo do produtor for quantidade de fitomassa produzida, a densidade ótima é de 5 a 10% maior que a recomendada para a produção de grãos. Entretanto, se o objetivo for silagem de alta qualidade, a população recomendada é a mesma para a produção de grãos.

Quanto à qualidade da silagem, segundo Alvarez *et al.* (2006), o milho é uma planta que tem alto valor energético, boa composição de fibras, além do alto potencial de produção de matéria seca, aliada à produção de grãos, que enriquecem a forragem produzida. Porém, a qualidade da forragem pode variar bastante em função do nível de tecnologia e do sistema de manejo utilizado no processo produtivo. Esta qualidade irá influenciar diretamente os ganhos de produção animal, daí a necessidade de se conhecer a composição da forragem utilizada.

A melhor forma dessa avaliação é analisando a digestibilidade da planta como um todo (Graybill *et al.*, 1991). Segundo Ferreira (1990) e Almeida Filho *et al.* (1999), a qualidade da silagem está relacionada com a maior proporção de espiga (grãos) no material a ser ensilado.

A redução no espaçamento entre as linhas de plantio de milho pode influenciar não só na produtividade, mas também na qualidade da silagem, Paiva (1991) observou que o espaçamento de 0,70m entre linhas proporcionou maior teor de proteína bruta na planta de milho do que o espaçamento de 0,90 m. Ninje & Seth (1988) mostraram que o incremento da população de plantas interferiu nos teores de proteína bruta. Leskem & Wermke (1981) mostraram que, com altas populações de plantas, houve melhoria na qualidade da fibra bruta, devida ao aumento de carboidratos solúveis no colmo. Os teores médios de proteína bruta, FDN e FDA nas silagens de milho podem ser de 7,0%; 50% e 30%, respectivamente (Almeida Filho, 1996; Nussio & Manzano, 1999; Vasconcelos, 2004).

A formação ou recuperação da pastagem em sistema consorciado tem sido muito difundida em várias regiões do país. Segundo Kluthcouski *et al.* (2003), com a senescência do milho, a forrageira se estabelece sem prejudicar o rendimento e a colheita do milho, proporcionando boa cobertura do solo e pastagem para o gado na época da seca, além de garantir palhada para o cultivo seguinte.

Após a colheita do milho para ensilagem, Alvarenga *et al.* (2004) recomendam deixar a área sem animais até a forrageira atingir a altura ideal de pastejo, que, para o cultivar Marandu, deve ser em torno dos 30 cm (Carnevali, 2009). Também é importante observar o limite da carga animal por área e seu

intervalo de pastejo, devendo-se ter atenção para o momento de retirada dos animais para rebrota da forrageira, com a altura pós-pastagem de 15 cm (Carnevalli, 2009).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no centro nordeste do Estado de Minas Gerais, no município de São João Evangelista, no Campus do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), entre as latitudes 18°00'00" e 18°07'46"S e longitudes 42°42'17" e 42°48'51"W, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, cujas características físicas e químicas se encontram na Tabela 1.

O clima da região, segundo a classificação climática de Koppen, é do tipo Cwa – Clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso e quente. A temperatura máxima anual média é de 26,1°C, a média anual é de 20,1°C e a temperatura mínima anual média é de 15°C. A precipitação pluviométrica anual é de 1.180 mm. As condições de temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação pluviométrica (mm) durante a execução do experimento se encontram na Figura 1.

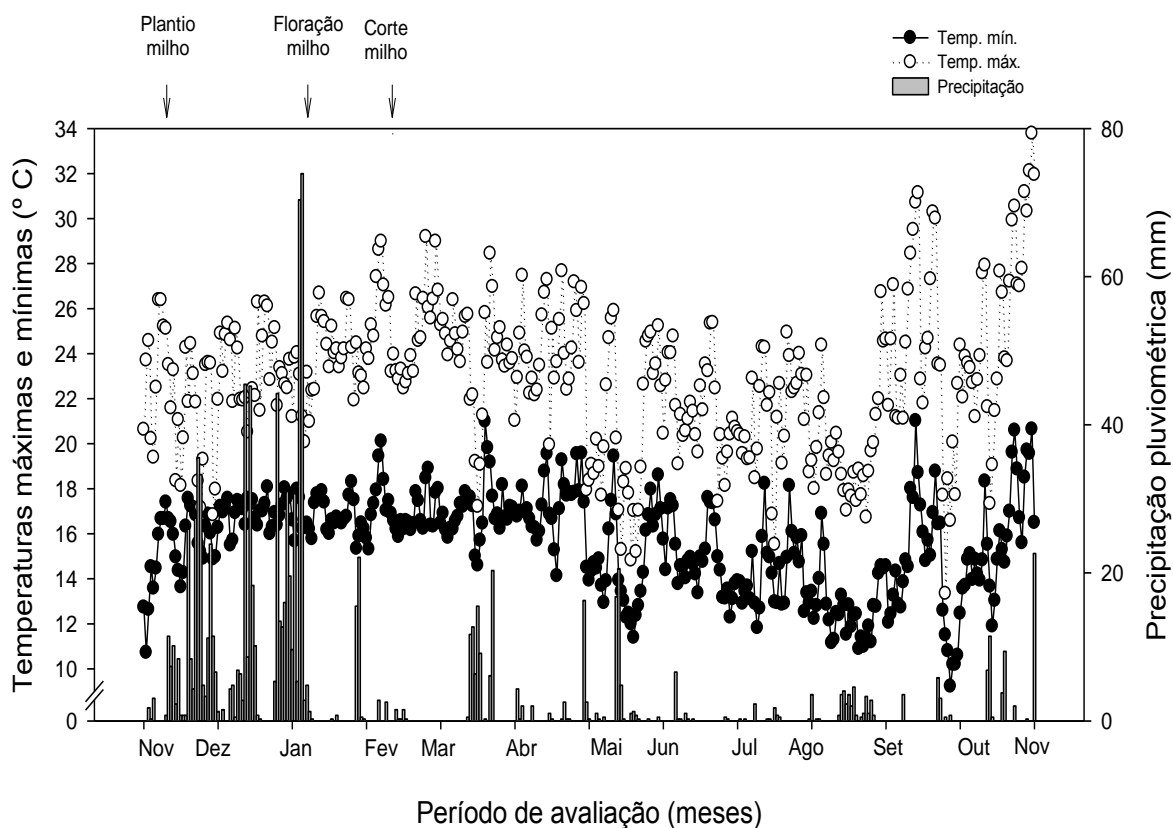


Figura 1 – Precipitação pluviométrica com temperaturas máxima e mínima diária no ano agrícola 2011/2012, município de São João Evangelista – MG. Início das avaliações: 05 de novembro de 2011. (Fonte: CENIBRA)

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três espaçamentos (1,00; 0,75 e 0,50 m) entre linhas de plantas de milho, três populações de plantas de milho (70, 60 e 50 mil ha⁻¹) e dois sistemas de cultivo (milho solteiro e consorciado com *B. brizantha*), em arranjo fatorial 3x3x2, dispostos em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela teve uma área total de 20 m², totalizando 54 parcelas.

Em agosto de 2011, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm e enviadas ao laboratório de análise química e física de solo. Foram determinados os valores de pH em H₂O, P e K disponíveis, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, H+Al e matéria orgânica. A análise seguiu os métodos preconizados por Ribeiro *et al.* (1999), visando à determinação dos teores de argila, silte e areia, tendo sido feita também a análise textural, segundo a metodologia prevista no Manual de Métodos de

Análise de Solo (EMBRAPA, 1997). Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

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

Profundidade	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC _(t)	CTC _(T)
	H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³							
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 ⁻¹	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 calagem foi feita 60 dias antes do plantio. O calcário foi distribuído na superfície do solo, sem incorporação, na dose de 1,3 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 85%), de acordo com análise química do solo e as recomendações para uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais (Alves *et al.*, 1999)

A dessecação da vegetação existente, com predominância de monocotiledôneas (capim marmelada) foi feita com aplicação do herbicida glyphosate, na dose de 1,44 kg ha⁻¹, 15 dias antes da semeadura do milho e da braquiária.

Para a adubação de plantio, foram usados 500 kg ha⁻¹ da formulação NPK (8-28-16). Os cálculos foram feitos segundo a análise química do solo e as recomendações para uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais – 5ª Aproximação (Alves *et al.*, 1999).

A adubação de plantio e a semeadura do milho híbrido duplo DKB 789 foram feitas com uma semeadora adubadora em sistema de plantio direto. As sementes de milho foram tratadas com o fungicida Cruiser 350 FS

(Tiametoxam) na dose de 600 ml para 100 kg de sementes e distribuídas de acordo com três espaçamentos entre linhas (1,0; 0,75 e 0,50 m) e três densidades de plantas ha^{-1} (70, 60 e 50 mil).

As sementes de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, de VC 51,5%, foram semeadas manualmente a lanço, logo após a semeadura do milho, nas entre linhas, na densidade de 8,0 kg ha^{-1} .

O desbaste do milho foi feito retirando-se manualmente o excesso de plantas de milho em cada parcela, 10 dias após a emergência das plântulas, para adequar o plantio às densidades propostas (70, 60 e 50 mil plantas ha^{-1}).

O controle das plantas daninhas e do crescimento inicial da braquiária foi feito com a aplicação em pós-emergência (30 DAS) da mistura no tanque de atrazine + nicosulfuron (1,5 + 0,008 kg ha^{-1}). Para a aplicação, foi utilizado um pulverizador costal de 20 litros com barra de um metro e dois bicos TT11002, regulado para um volume de calda de 100 L ha^{-1} .

Para a adubação de cobertura, foram utilizados 228 kg ha^{-1} de ureia, equivalente a 100 kg ha^{-1} de N, distribuídos manualmente ao lado das linhas de plantas de milho, 40 dias após o plantio, de acordo com as recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (Alves *et al.*, 1999).

Para avaliação da população final de plantas de milho, foi feita a contagem de todas as plantas na área útil de cada parcela aos 105 dias após a semeadura.

Para determinação da altura média das plantas de milho (AP), foram feitas as medidas das alturas de cinco plantas aleatoriamente, na área útil de cada parcela, a partir do solo até a folha bandeira, com uma régua graduada de 3,0 m, aos 105 DAP. Calculou-se também o valor médio da altura de planta para cada parcela.

Para determinação da altura média da inserção da espiga (AIE), foram feitas medidas a partir do solo até a inserção da primeira espiga, com uma régua graduada de 3,0 m, em cinco plantas ao acaso, na área útil de cada parcela, aos 105 DAP. Calculou-se também o valor médio da inserção de espiga de cada parcela.

A determinação da matéria seca (MS) por planta foi feita aos 60 e 90 dias após o plantio (DAP), com a finalidade de acompanhar o desenvolvimento individual das plantas em cada tratamento. Para tal, foram cortadas cinco plantas aleatoriamente na área útil de cada parcela, pesadas em balança eletrônica de precisão para a obtenção da massa da matéria fresca. Em seguida, as plantas foram passadas em ensiladeira e retirada uma amostra de cada parcela, que novamente foi pesada em balança eletrônica de precisão e levada para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, para determinação do peso seco e assim calcular a matéria seca por planta.

Aos 115 dias DAP, quando os grãos de milho atingiram o estágio farináceo (50% da linha do leite) foram coletadas as plantas de milho em 4 metros lineares. Em seguida, tanto as plantas inteiras como as partes foram pesadas para cálculo da matéria fresca e passadas em ensiladeira separadamente. Foram coletadas amostras representativas de cada parcela, pesadas em balança eletrônica e levadas à estufa de circulação forçada com temperatura de 65°C até atingir massa constante. Logo após essa etapa, foram feitas novas pesagens para obtenção dos pesos secos para cálculo das matérias secas de cada parcela. Esses resultados foram extrapolados para toneladas por hectare, por representarem a quantidade de matéria seca de silagem produzida.

Uma amostra do material de cada parcela foi acondicionada de forma anaeróbica em minissilos de tubo de PVC, com diâmetro de 100 mm e altura de 30 cm, ficando armazenada para completa fermentação por 120 dias, quando foi feita a análise bromatológica para determinação da qualidade da silagem, no laboratório de nutrição animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

As amostras da silagem foram pesadas e levadas à estufa de circulação forçada a 65° C até atingir massa constante, quando foram retiradas e novamente pesadas e trituradas em moinho tipo Willey, para determinação das seguintes características: potencial de hidrogênio (pH), determinado por um potenciômetro digital (Digimed), porcentagem matéria seca (%MS), proteína bruta (%PB), matéria mineral (%MM), matéria orgânica (%MO) e fibra em

detergente neutro (%FDN), de acordo com as técnicas propostas por Silva & Queiroz (2002).

Para a determinação do estande da *Brachiaria brizantha* aos 60 e 90 dias após o plantio (DAP), foi feita a contagem das plantas m^{-2} , utilizando um quadro (1x1 m), que foi lançado aleatoriamente três vezes em cada parcela, calculando-se a média m^{-2} .

O acúmulo de matéria seca da forrageira foi determinado em duas épocas e após o corte do milho: 115 e 365 DAP. Para tal, cortou-se a parte aérea das plantas de *B. brizantha* a 5,0 cm do solo, com um facão, usando como referência um quadro (1x1 m), lançado três vezes aleatoriamente em cada parcela, calculando-se a massa seca por metro quadrado, sendo posteriormente extrapolado por hectare.

Aos 365 DAP, ao mesmo tempo em que se avaliou o acúmulo de massa seca, determinou-se também o número de perfilhos de *B. brizantha* por m^2 . A porcentagem de área coberta do solo pela forrageira *B. brizantha* foi determinada aos 365 DAP, com a utilização de fotografias digitais. Foram usadas para isso câmeras digitais de precisão e a referência de um quadro de madeira (0,60x0,45 m), que foi lançado aleatoriamente três vezes na área útil de cada parcela. As fotografias foram submetidas à análise pelo programa QUANT, para cálculo da porcentagem de área coberta do solo pela forrageira em cada parcela (Vale *et al.*, 2003).

Procedeu-se à análise de variância e, independentemente da interação de maior grau ser significativa, foram efetuados os desdobramentos. As médias foram comparadas pelo de Tukey a 5% de probabilidade.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Milho

Verifica-se que o estande final de plantas (Tabelas 2 e 3) foi uniforme dentro de cada população de plantas ha^{-1} (50, 60 e 70 mil), independentemente do espaçamento utilizado. Também não se observou diferença entre os sistemas de plantio (milho solteiro e consorciado com *B. Brizantha*). Houve diferença apenas entre as populações de plantas de milho, conforme programado no experimento. Esses resultados estão coerentes com o planejamento do experimento e dão confiabilidade aos dados de produtividade do milho.

Tabela 2 – Estande final de plantas de milho em função de densidades de plantio, espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E ¹	1,00m		0,75 m		0,50 m	
D ²	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
70	70.778aA	70.202aA	71.403aA	73.480aA	69.333aA	71.111aA
60	59.592bA	61.555bA	61.369bA	60.073bA	60.000bA	60.667bA
50	51.111cA	53.444cA	50.666cA	50.703cA	49.666cA	52.889cA
CV (%)	3,78					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 3 – Estande final de plantas de milho em função de espaçamentos e densidade de plantio em cada sistema de cultivo (Ms e Mb).

D ²	70		60		50	
	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
1,00 m	70.778a	70.202a	59.592a	61.555a	51.111a	53.444a
0,75 m	71.403a	73.480a	61.369a	60.073a	50.666a	50.703a
0,50 m	69.333a	71.111a	60.000a	60.667a	49.666a	52.889a
CV (%)	3,78					

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Não houve efeito significativo entre tratamentos para altura de plantas e altura de inserção de espiga (Tabelas 4, 5, 6 e 7). Em estudos conduzidos por Argenta *et al.* (2001), avaliando dois híbridos simples (C 901 e XL 214), nos espaçamentos (40, 60, 80 e 100 cm), em duas densidades (50 e 65 mil plantas ha⁻¹), foram observados resultados significativos somente para altura de inserção da primeira espiga, em que para menores espaçamentos e maior densidade os valores foram superiores.

Tabela 4 – Altura de plantas de milho (cm) em função de densidades de plantio, espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E ¹	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
70	203,9aA	199,3aA	208,7aA	192,6aA	206,5aA	197,8aA
60	205,6aA	200,0aA	199,4aA	195,6aA	197,8aA	200,2aA
50	194,3aA	194,9aA	190,0aA	201,1aA	198,4aA	185,0aA
CV (%)	6,04					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 5 – Altura de plantas de milho (cm) em função dos espaçamentos e densidade de plantio em cada sistema de cultivo (Ms e Mb).

D²	70		60		50	
	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
E¹						
1,00 m	203,9a	199,3a	205,6a	200,0a	194,3a	194,9a
0,75 m	208,7a	192,6a	199,4a	195,6a	190,0a	201,1a
0,50 m	206,5a	197,8a	197,8a	200,2a	198,4a	185,0a
CV (%)	6,04					

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 6 – Altura de inserção da espiga de milho (cm), em função de densidades de plantio, espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E¹	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
D²						
70	98,6aA	102,1aA	99,4aA	96,5aA	100,9aA	103,2aA
60	103,1aA	102,8aA	102,1aA	94,5aA	95,4aA	100,7aA
50	96,3aA	98,2aA	95,8aA	95,7aA	90,1aA	89,3aA
CV (%)	7,71					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 7 – Altura de inserção da espiga de milho (cm), em função de espaçamento, densidade de plantio em cada sistema de cultivo (Ms e Mb)

D ²	70		60		50	
E ¹	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
1,00 m	98,6a	102,1a	103,1a	102,8a	96,3a	98,2a
0,75 m	99,4a	96,5a	102,1a	94,5a	95,8a	95,7a
0,50 m	100,9a	103,2a	95,4a	100,7a	90,1a	89,3a
CV (%)	7,71					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio mil plantas por hectare.

Considerando o acúmulo de matéria seca da parte aérea por plantas de milho aos 60 DAP (Tabelas 8 e 9), verifica-se que não houve efeito entre as combinações de tratamentos (densidade de plantio, espaçamento entre linhas e sistemas de cultivo). Efeitos semelhantes foram observados na avaliação aos 90 DAP (Tabelas 10 e 11). Esses resultados indicam que não houve interferência da *B. brizantha* no crescimento das plantas de milho, provavelmente em razão do pequeno crescimento da forrageira causado pela aplicação do herbicida nicosulfuron, confirmando os resultados obtidos por Freitas *et al.* (2005). Nessas duas épocas de avaliação, também não ficou evidenciado efeito de espaçamento e população de plantas no crescimento do milho.

Tabela 8 – Matéria seca de plantas de milho aos 60 DAP (g planta⁻¹), em função de densidades de plantio, espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E¹	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
D²	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
70	39,3aA	49,6aA	54,3aA	59,6aA	61,8aA	71,2aA
60	53,4aA	47,2aA	56,0aA	48,8aA	54,9aA	56,8aA
50	60,4aA	61,7aA	53,9aA	53,5aA	49,1aA	53,8aA
CV (%)	26,99					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 9 – Matéria seca de plantas de milho aos 60 DAP (g planta⁻¹), em função de espaçamentos, densidade de plantio e sistema de cultivo (milho solteiro – Ms ou consorciado com braquiária – Mb)

D²	70		60		50	
E¹	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
1,00 m	39,3a	49,6a	53,4a	47,2a	60,4a	61,7a
0,75 m	54,3a	59,6a	56,0a	48,8a	53,9a	53,5a
0,50 m	61,8a	71,2a	54,9a	56,8a	49,1a	53,8a
CV (%)	26,99					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 10 – Matéria seca de plantas de milho aos 90 DAP (g planta^{-1}), em função de densidades de plantio, espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E¹	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
D²	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
70	170,6aA	147,3aA	155,0aA	119,5aA	170,8aA	173,6aA
60	146,2aA	189,1aA	148,8aA	153,0aA	176,6aA	138,6aA
50	176,3aA	171,2aA	202,1aA	203,0aA	188,1aA	189,1aA
CV (%)	26,51					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 11 – Matéria seca de plantas de milho aos 90 DAP (g planta^{-1}), em função de espaçamentos, densidade de plantio e sistema de cultivo (milho solteiro – Ms ou consorciado com braquiária – Mb)

D²	70		60		50	
E¹	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
1,00 m	170,6a	147,3a	146,2a	189,1a	176,3a	171,2a
0,75 m	155,0a	119,5a	148,8a	153,0a	202,1a	203,0a
0,50 m	170,8a	173,6a	176,6a	138,6a	188,1a	189,1a
CV (%)	26,51					

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Considerando a produção de silagem no espaçamento de 0,50 m, verifica-se tendência de maior produção na densidade de 70 mil plantas e menor, na população de 50 mil (Tabela 12), com efeito significativo para o milho solteiro. Nos espaçamentos de 0,75 e 1,00 m, esse efeito foi menos evidente e não houve efeito significativo.

Fixando-se as populações de plantas de milho ha^{-1} e variando-se o espaçamento (Tabela 13), observou-se que na população de 70 mil plantas de milho ha^{-1} a produção de silagem foi maior no espaçamento de 0,50 m, tanto

para o milho solteiro como para o milho consorciado com *B. brizantha*. Para as populações de 60 e 50 mil plantas ha⁻¹, esse efeito não foi observado. Esses resultados sugerem que, em população mais elevada de plantas, o espaçamento entre linhas menor permite uma distribuição mais equidistante entre plantas, o que tende a favorecer a entrada de luz no dossel, melhorando o desenvolvimento da cultura (Sangoi *et al.*, 2002). A capacidade de interceptação da radiação incidente está diretamente relacionada ao índice de área foliar e, também, à arquitetura foliar (Amaral Filho *et al.*, 2005), que é característica de cada cultivar.

Os híbridos de milho modernos permitem o plantio mais adensado por produzirem menor quantidade de massa, permitindo melhor aproveitamento de luz e água, e isso faz com que destinem uma maior quantidade de fotoassimilados (Argenta *et al.*, 2001).

Segundo Johnson *et al.* (1998), esse resultado pode estar relacionado somente com o menor espaçamento utilizado. Menores espaçamentos podem permitir melhor arquitetura foliar, favorecendo a interceptação da RFA (radiação fotossinteticamente ativa), tendendo a reduzir a competição por água e nutrientes, tendo esse favorecimento ocorrido principalmente para as plantas em consórcio.

Tabela 12 – Produtividade de silagem (t ha⁻¹) em função de densidades de plantio, espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E ¹	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
D ²	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
70	11,91aA	13,27aA	15,88aA	14,14aA	20,21aA	20,34aA
60	14,60aA	12,95aA	13,99aA	11,26aA	13,93abA	13,84aA
50	12,09aA	9,71aA	12,91aA	15,58aA	9,10bA	14,30aA
CV (%)	25,34					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 13 – Produtividade de silagem (t ha⁻¹), em função de espaçamentos, densidade de plantio e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms ou consorciado com braquiária – Mb)

D²	70		60		50	
E¹	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
1,00 m	11,91b	13,27b	14,60a	12,95a	12,09a	9,71a
0,75 m	15,88ab	14,14ab	13,99a	11,26a	12,91a	15,58a
0,50 m	20,21a	20,34a	13,93a	13,84a	9,10a	14,30a
CV (%)	25,34					

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Considerando a matéria seca de espigas, quando foram fixados espaçamentos, variando as densidades de plantio, foram verificadas diferenças significativas entre populações de plantas (Tabela 14). Todavia, essas diferenças parecem não estar relacionadas às variações causadas por tratamentos, mas sim a algum fator não controlado. Fixando-se as populações de plantas e variando-se os espaçamentos, não foi observado efeito de espaçamento nos sistemas de cultivo (Tabela 15).

Tabela 14 – Matéria seca da espiga (t ha⁻¹), em função de densidades de plantio e espaçamento e sistemas de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

E¹	1,00 m		0,75 m		0,50 m	
D²	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
70	3,55aA	4,37aA	4,14aA	3,99aA	6,01aA	4,58aA
60	4,69aA	3,59abA	4,54aA	2,22aB	2,69bA	3,17aA
50	2,63aA	1,77bA	3,84aA	3,71aA	3,71abA	3,39aA
CV (%)	34,55					

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, em cada espaçamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Tabela 15 – Matéria seca da espiga ($t\ ha^{-1}$), em função de espaçamentos, densidade de plantio e sistema de cultivo (milho solteiro – Ms e consorciado com braquiária – Mb)

D ²	70		60		50	
E ¹	Ms	Mb	Ms	Mb	Ms	Mb
1,00 m	3,55a	4,37a	4,69a	3,59a	2,63a	1,76a
0,75 m	4,14a	3,99a	4,54a	2,22a	3,84a	3,71a
0,50 m	6,01a	4,58a	2,69a	3,17a	3,71a	3,39a
CV (%)	34,55					

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Visando a avaliar características bromatológicas da silagem, analisou-se apenas a silagem do milho consorciado com a *B. brizantha*, uma vez que a presença da *B. brizantha* no consórcio não promoveu grandes variações no acúmulo de matéria seca nas plantas de milho (Tabelas 8, 9, 10, 11, 12 e 13).

Não houve efeito nos tratamentos para potencial hidrogeniônico (pH) e matéria seca da silagem de milho, nas diferentes combinações entre espaçamento e densidade de plantas (Tabela 16). Em relação ao pH, os valores estão dentro de uma faixa de ótima qualidade (3,6 a 4,5), recomendada por Nussio *et al.* (2001). Segundo esses autores, o pH ideal para conservação é dependente da umidade do material ensilado e também da temperatura, sendo que em silagens com teor de MS superior a 20% é aceitável um pH equivalente a 4 para conservação satisfatória.

Quanto à matéria seca da silagem, os valores obtidos (Tabela 16) estão próximos do padrão ideal para silagem de milho, que é de 30% a 35% (Agrocere, 2013). Vale ressaltar que teores acima de 35% dificultam a compactação do material ensilado e a expulsão do ar; e teores abaixo de 28% proporcionam acréscimo na lixiviação, conseqüentemente, perda de nutrientes e redução do material ensilado. O teor de MS contribui para a conservação da massa ensilada, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, sendo necessário para aumentar a concentração de nutrientes e o consumo pelos animais (Van Soest *et al.*, 1991).

Tabela 16 – Potencial hidrogeniônico (pH) e matéria seca (MS) na silagem do milho em função de espaçamento e densidade de plantio

D ² E ¹	pH			MS %		
	70	60	50	70	60	50
1,00 m	3,7aA	3,8aA	4,0aA	31,4aA	36,0aA	32,8aA
0,75 m	3,8aA	3,8aA	4,0aA	30,2aA	31,9aA	31,3aA
0,50 m	3,7aA	3,9aA	3,7aA	35,1aA	31,6aA	34,9aA
CV (%)	6,14			8,75		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Embora não tenha sido observado efeito de tratamentos para matéria seca total de silagem e de espiga, conforme já discutido anteriormente, as Tabelas 12, 13, 14 e 15 mostram efeito significativo de espaçamentos, dentro das densidades de 70 e 60 mil plantas ha⁻¹, para a proteína bruta (PB) na MS da silagem, tendo sido a PB média no espaçamento 1,00 m superior à dos espaçamentos 0,75 e 0,50 m (Tabela 17). Esse efeito não foi observado na densidade de 50 mil plantas. Os teores de PB encontrados (4,2% a 5,6%) são menores do que os reportados em trabalhos, como de 5,96% (Malafaia *et al.*, 1998), de 7,0 a 7,2% (Silva *et al.*, 2006) e de 8,0% (Velho *et al.*, 2006) em silagens de milho, sendo os valores encontrados no espaçamento de 1,00 m mais próximos dos valores citados na literatura.

A planta ideal para ensilagem apresenta alguns requisitos como alta porcentagem de grãos na matéria seca total e fibras de maior digestibilidade e alta produtividade de massa verde (Ferreira, 1990; Nussio, 1992; citados por Cruz *et al.*, 2004). Os valores médios de silagens de milho descritos por Keplin (1992) são classificados de acordo com os teores de PB e FDN. Para valores médios de PB de 4 a 6% e de FDN de 55 a 63%, a silagem é classificada como de qualidade fraca a regular.

Os valores médios de PB encontrados no presente trabalho foram inferiores aos relatados por diversos autores: Velho *et al.* (2007) 8,0%; Oliveira *et al.* (2010) 6,1% e Viana *et al.* (2012) 8,6% de PB, e podem estar relacionados ao estágio vegetativo da planta no momento em que foi colhida para ensilagem. Entretanto, esses valores foram similares aos relatados por Amin & Mello (2009) 5,7% de PB. Uma silagem de boa qualidade apresenta teor de PB em torno de 6 a 8% (Agrocere, 2013).

Quanto à porcentagem de matéria mineral presente na silagem (Tabela 17), houve efeito significativo apenas dentro do espaçamento de 0,50 m, tendo sido a menor porcentagem encontrada na população de 50 mil plantas. Dentro de cada população de plantas, não houve efeito de espaçamento. Os valores observados estão bem acima dos valores médios ideais, que ficam na faixa de 2 a 4% (Agrocere, 2013).

Tabela 17 – Proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) da silagem de milho em função de espaçamento e densidade de plantio

	PB			MM		
	% MS			% MS		
D ² E ¹	70	60	50	70	60	50
1,00 m	5,6aA	5,5aA	5,1aA	5,1aA	4,5aA	3,7aA
0,75 m	4,2bA	4,4bA	4,2aA	4,7aA	5,0aA	4,9aA
0,50 m	4,5bA	4,3bA	4,2aA	6,3aA	4,5aAB	3,4aB
CV (%)	10,71			18,87		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas por hectare.

Não se observou efeito de espaçamento dentro de cada população de plantas para matéria orgânica na silagem, nem dentro de cada espaçamento nas diferentes populações, exceto no espaçamento de 0,50m, em que a menor

porcentagem de matéria orgânica foi obtida com 70 mil plantas ha⁻¹ (Tabela 18).

Embora tenham ocorrido algumas diferenças significativas quanto aos valores de % FDN (Tabela 18), essas diferenças parecem não estar relacionadas às variações devidas a tratamentos, mas sim a algum fator não controlado. Observou-se que os valores de FDN variaram de 48,8 a 60,4% (Tabela 18), estando em conformidade com Borghi *et al.* (2006), que recomendam a faixa de 49 a 65%. Todavia, segundo Agrocere (2013), esses valores não devem ultrapassar 50%, estando a faixa ideal entre 36 e 50%.

Avaliando o efeito do sombreamento sobre o teor de fibra em espécies forrageiras, Lin *et al.* (2001) constataram que a variação no teor de FDN e FDA é pequena, enquanto Carvalho *et al.* (2002) não verificaram efeito do sombreamento sobre o teor de FDN. A celulose representa a maior parte da FDA. Já a hemicelulose integra a FDN e é calculada pela diferença entre FDN e FDA, sendo mais digerível que a celulose. Assim, torna-se relevante elevar o teor de hemicelulose e diminuir o de celulose, já que os ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o acético, o propiônico e o butírico, que representam a maior fonte de energia quando a alimentação desses animais é à base de silagem (Silva & Queiroz, 2002).

Tabela 18 – Médias na silagem do milho: matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN), em função de espaçamento e densidade de plantio

D² E¹	MO % MS			FDN % MS		
	70	60	50	70	60	50
1,00 m	94,9aA	95,5aA	96,3aA	56,2aAB	48,8bB	58,5aA
0,75 m	95,2aA	95,0aA	95,1aA	60,4aA	58,8aA	57,7aA
0,50 m	93,7aB	95,5aAB	96,6aA	57,6aA	58,4aA	54,4aA
CV (%)	0,93			6,43		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio expresso em mil plantas por hectare.

4.2- Braquiária

Considerando a população de plantas de *B. brizantha* durante a fase consórcio com o milho, Tabela 19, verificou-se maior população da forrageira nos maiores espaçamentos, independentemente da população de plantas de milho. Possivelmente, esse resultado esteja relacionado com a maior incidência de luz, no maior espaçamento de 1,00 m, favorecendo a germinação das sementes em relação aos menores espaçamentos de plantio de milho.

Tabela 19 – Estande de plantas da *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 60 (EP60) e 90 DAP (EP90) em função de espaçamento e densidade de plantio

D ² E ¹	EP60 plantas m ⁻²			EP90 plantas m ⁻²		
	70	60	50	70	60	50
1,00 m	7,0aA	5,7aA	8,7aA	9,0aA	8,0aA	11,3aA
0,75 m	2,0bA	5,0aA	2,3bA	4,3bA	7,3aA	3,7bA
0,50 m	1,3bA	1,0bA	1,3bA	3,0bA	2,7bA	2,7bA
CV (%)	42,88			24,02		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas/ha.

Observa-se, na Tabela 20, na época do corte do milho para ensilagem aos 115 DAP, maior acúmulo de matéria seca da forrageira no maior espaçamento.

Todavia, percebe-se uma tendência, com o passar do tempo, de as plantas de *B. brizantha* se recuperarem do estresse provocado pelo sombreamento do milho e também do efeito do herbicida nicosulfuron, que foi aplicado aos 30 dias após o plantio, com a finalidade de reduzir o crescimento da forrageira para não interferir na produtividade de silagem do milho. Na avaliação feita aos 365 dias, já não se observou efeito significativo de espaçamento, assim como de densidade de plantio. Esses resultados reforçam a hipótese de que a planta forrageira, quando estabelecida em consórcio, mantém seu crescimento mesmo com o sombreamento ocasionado pelas plantas de milho (Severino *et al.*, 2006). Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos de Borghi *et al.* (2006), que verificaram superioridade na produção de matéria seca da *B. brizantha*, consorciada na linha na cultura do milho, no espaçamento de 0,90 m, quando comparada ao espaçamento de 0,45 m.

Tabela 20 – Matéria seca da *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) aos 115 DAP (MS115) e aos 365 DAP (MS365), em função de espaçamento e densidade de plantio.

D ²	MS115 —— g m ⁻² ——			MS365 —— g m ⁻² ——		
	70	60	50	70	60	50
E ¹						
1,00 m	154,5aA	124,6aA	118,9aA	210,0aA	186,6aA	210,2aA
0,75 m	105,1bA	123,9aA	122,2aA	122,7aA	114,0aA	146,7aA
0,50 m	42,6cA	34,6bA	35,8bA	112,1aA	101,5aA	118,9aA
CV (%)	24,18			31,80		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas/ha.

Considerando o número de perfilhos aos 365 dias após a implantação do consórcio (Tabela 21), observou-se que a forrageira teve maior perfilhamento no maior espaçamento (1,00 m), independentemente da população de plantas de milho ha⁻¹. Mesma tendência foi observada para a porcentagem de cobertura do solo com a forrageira. Possivelmente, esse resultado tenha ocorrido pelo aumento da interceptação da radiação solar no maior espaçamento (1,00 m), o que favoreceu maior produção de perfilhos e também maior porcentagem da área coberta em relação aos menores espaçamentos, pois não houve competição entre as culturas por luz, água e nutrientes na fase de seu estabelecimento. As forrageiras, mesmo em consórcio, mantêm seu crescimento normal, ainda que em condições de sombreamento, uma vez que apresentam boa plasticidade fenotípica quanto à captura de radiação (Dias Filho, 2000).

A *B. brizantha* é uma das espécies mais eficientes quanto à habilidade de competição interespecífica e uma das menos prejudicadas pelas interferências negativas da cultura do milho (Severino *et al.*, 2006). De acordo com Sangoi *et al.* (2002), tanto a redução como o aumento dos espaçamentos entre linhas de milho propiciam melhor distribuição espacial das plantas, favorecendo uma melhor produção de forragem, aliada à maior cobertura do solo.

Tabela 21 – Número de perfilhos (NP365) e porcentagem de área coberta (PAC) aos 365 DAP da *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu), em função de espaçamento e densidade de plantio

D ² E ¹	NP365 —— ud m ⁻² ——			PAC365 —— % ——		
	70	60	50	70	60	50
1,00 m	539,9aA	537,9aA	589,3aA	90Aa	88aA	86aA
0,75 m	418,9abA	262,6abA	343,2abA	85abA	76bA	83aA
0,50 m	243,6bA	191,8bA	266,7bA	79bA	76bA	79bA
CV (%)	36,52			6,34		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

¹ Espaçamento entre linhas; ² Densidade de plantio em mil plantas/ha.

5 – CONCLUSÕES

O consórcio do milho com *B. brizantha* não interferiu na produtividade da silagem.

Maior produtividade de silagem de milho, independentemente do sistema de cultivo, foi obtida com o espaçamento de 0,50 m e população de 70 mil plantas por hectare.

Melhores qualidades de silagem, nas populações de 60 e 70 mil plantas, foram obtidas no espaçamento de 1,00 m.

A qualidade da silagem não foi influenciada pelo espaçamento entre linhas na população de 50 mil plantas por hectare.

O espaçamento de 1,00 m entre linhas de plantio de milho proporcionou melhor formação de pastagem de *B. brizantha*, independentemente das populações de plantas de milho.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES. **Guia do campo: sementes agroceres, milho e sorgo (silagem)**. Monsanto, 2013. 22p. Homepage: <[http://www.sementesagroceres.com.br/downloads/8691_007Guia Silagem.pdf](http://www.sementesagroceres.com.br/downloads/8691_007Guia%20Silagem.pdf)>
- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 1988. 162 p.
- ALMEIDA FILHO, S.L. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. Viçosa: UFV, 1996. 53 p.
- ALMEIDA FILHO, S.L.; FONSECA, D.M.; GARCIA, R.; OBEID, A.J.; OLIVEIRA, J.S. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.
- ALVARENGA, R.C. Integração lavoura – pecuária. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 3. Belo Horizonte: **Anais...** UFMG, 2004. CD ROM.
- ALVAREZ, C.G.D.; PINHO, R.G.V.; 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.
- ALVES, V.M.C.; VASCONCELLOS, C.A.; FREIRE, F.M.; PITTA, G.V.E.; FRAÇA, E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J.M.; VEIRA, J.R.; LOUREIRO, J.E. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, 1999. p. 314-316.
- ALVIM, J. M.; BOTREL, M. A.; SALVATI, J. A. Métodos de estabelecimento de *Brachiaria decumbens* em associação com a cultura do milho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 5, p. 417-425, 1989.
- 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.
- AMIN, W.G.; MELLO, S.P. Avaliação da qualidade das silagens de girassol, milho, sorgo e milheto em diferentes espaçamentos. **Nucleus Animalium**, v. 1, n. 1, p. 129-142, 2009.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução no espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 71-78, 2001.

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.

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

CARNEVALLI, R.A. **Estratégias de manejo rotacionado de pastagens**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. 4 p. (Embrapa Gado de Leite, Comunicado Técnico, 58)

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, G.G.P. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 5, n. 8, 2005. Homepage: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria/>>.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Manejo Integrado. Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001a. 722 p.

COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA E PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS SULAMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001b. p. 125-135. (Embrapa Arroz e Feijão Documentos, 123).

CRUZ, J.C.; PEREIRA, F.T.F.; PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, J.J. Composição Bromatológica de Partes da Planta de Cultivares de Milho para Silagem. In: XXV CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO – Cuiabá – MT, 2004.

DEMÉTRIO, C.S.; DOMINGOS, F.F.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

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

DUARTE, J. M.; PÉREZ, H.E.; PEZO, D. A.; ARZE, J.; ROMERO, F.; ARGEL, P.J. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata*) sembrados en asociación con gramíneas em el trópico húmedo. **Pasturas Tropicales**, v. 17, n. 2, p. 12-19, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 2ª ed. Guaíba, 2004. 360 p.

FERREIRA, J.L. Aspectos vegetativos da planta de milho e momento da colheita para ensilagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 47-49, 1990.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M.E.; REICOSKY, D.C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FREITAS, F.C.L.; 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, n. 1, 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, n. 1, p. 215-221, 2008.

GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; BERNARDINI, F.S.; GOBBI, K.F. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. eds. **Manejo integrado: Integração agricultura-pecuária**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 331-352.

GHISI, O.M.A.A. & PEDREIRA, J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA. Nova Odessa, 1986. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p. 19-57.

GRAYBILL, J.S.; COX, W.J.; OTIS, D.J. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. **Agronomy Journal**, v. 3, n. 3, p. 559-564, 1991.

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.

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

KEPLIN, L.A.S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. **Encarte Técnico da Revista Batavo**, CCLPL, Ano I, n. 8, p. 16-19, 1992.

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., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 201-234.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, 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. 28 p. (Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antonio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570p.

LESKEM, Y.; WERMKE, M. Effect of plant density and removal of ears, on the quality of forage mayse in a temperature climate. **Grass and Forage Science**, v. 36, n. 3, p. 147-153, 1981.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F.; GARRETT, H.E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry System**, v. 53, n. 3, p. 269-281, 2001.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M.; SILVA, J.F.C.; PEREIRA, J.C. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 4, p. 790-796, 1998.

MOTA, T.M. **Tratamento de sementes com inseticidas, mistura com fertilizantes e profundidades de semeadura na emergência e crescimento da braquiária**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MUNDSTOCK, C.M. Milho: distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arrozeira**, n. 299, p. 28-29, 1977.

NINJE, P.M.; SETH, J. Effect of nitrogen on growth yield and quality of winter maize. **Indian Journal Agonomy**, v. 33, n. 1, p. 209-211, 1988.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1985. 31 p. (EMBRAPA, CNPGC, Documentos, 21).

NUSSIO, L. G. Produção de Silagem de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Porto Alegre, 1992. **Conferências...** Porto Alegre. SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS, EMBRAPA/CNPMS, 1992. p. 155-175.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR. 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 27-46.

NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M.; MOURA, J.C. **Anais...** 2º WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM. FEALQ, Piracicaba, SP, 2001.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

PAIVA, L.E. **Influência de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.)**. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.

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

RAYMAN, P.R. **Minha experiência com *Brachiaria brizantha***. Campo Grande, Rayman's Seeds Sementes de Pastagens Tropicais, 1983. 3 p.

REIS, W.F. **Tratamento de sementes, densidade e método de semeadura de *Brachiaria brizantha* no consórcio de milho e braquiária**. 38 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, 1999. p. 314-316.

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, 2002.

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

SEVERINO, F.J., CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II – implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 2002. 235 p.

SILVA, A.A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa, MG, 2004. p. 117-169.

SILVA, A.V.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R.; CECON, P.R.; FERREIRA, C.L.L.F. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2469-2478, 2006.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.

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

VALE, F.X.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. QUANT. A software plant disease severity assessment. 8th INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, Christchurch New Zealand, 2003. 105 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VASCONCELOS, R.C. **Resposta de milho e sorgo para silagem a diferentes alturas de corte e datas de semeadura.** 124 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

VELHO, J.P.; MÜHLBACH, P.R.F.; GENRO, T.C.M.; SANCHEZ, L.M.B.; NÖRNBERG, J.L.; ORQIS, M.G.; FALKENBERG, J.R. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006.

VELHO, J.P.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L.; VELHO, I.M.P.H.; GENRO, T.C.M.; KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1532-1538, 2007.

VIANA, P.T.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; NASCIMENTO FILHO, C.S.; CARVALHO, A.O. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

7 – APÊNDICE

Tabela 1A – Resumo da análise de variância das seguintes características avaliadas: estande de plantas final (EPF); altura de plantas (AP); altura de inserção da espiga (AIE); matéria seca aos 60 DAP (MS60); aos 90 DAP (MS90) ao corte para silagem (MS115) e matéria secada espiga (MSE) do milho (HD-DKB789), em função de espaçamento (E), densidade (D) e sistema de cultivo (SC)

Quadrados Médios								
F.V.	gl	EPF	AP	AIE	MS60	MS90	MS115	MSE
Blocos	2	19872930	395,59	69,10	873,74	936,57	67,73	5,86
Espaçamento	2	2195095 ^{ns}	22,02 ^{ns}	64,08 ^{ns}	164,79 ^{ns}	395,25 ^{ns}	37,05 ⁰	1,11 ^{ns}
Densidade	2	1738243000 ^{**}	280,73 ^{ns}	195,85 [*]	50,48 ^{ns}	5734,74 ⁰	63,75 [*]	7,83 [*]
Sistema Cultivo	1	17357000 ⁰	241,09 ^{ns}	0,34 ^{ns}	60,70 ^{ns}	418,55 ^{ns}	0,10 ^{ns}	4,21 ^{ns}
ExD	4	5365292 ^{ns}	24,94 ^{ns}	51,18 ^{ns}	383,08 ^{ns}	1571,44 ^{ns}	38,43 [*]	4,40 [*]
ExSC	2	2977585 ^{ns}	18,25 ^{ns}	46,12 ^{ns}	41,52 ^{ns}	368,03 ^{ns}	9,43 ^{ns}	0,33 ^{ns}
DxSC	2	2272287 ^{ns}	107,17 ^{ns}	3,76 ^{ns}	167,52 ^{ns}	596,69 ^{ns}	12,51 ^{ns}	0,64 ^{ns}
ExDxSC	4	4141438 ^{ns}	143,45 ^{ns}	18,51 ^{ns}	8,01 ^{ns}	1340,97 ^{ns}	9,61 ^{ns}	2,38 ^{ns}
Resíduo	34	5304118	143,74	57,19	204,82	1862,74	12,38	1,63
Média		61.002	198,39	98,04	54,74	167,72	13,89	3,70
CV(%)		3,78	6,04	7,71	26,14	25,73	25,34	34,55

^{**}, ^{*} e ⁰ – Significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente; pelo teste F
^{ns} – não significativo a 10% de probabilidade; pelo teste F

Tabela 2A – Resumo da análise de variância da análise bromatológica da silagem do milho: potencial hidrogeniônico (pH); matéria seca (MS); proteína bruta (PB); matéria mineral (MM); matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN), em função de espaçamento e densidade

F.V.	Quadrados Médios						
	gl	pH	MS	PB	MM	MO	FDN
Blocos	2	0,092	2,85	0,226	0,031	0,031	27,42
Espaçamento	2	0,039 ^{ns}	19,20 ^{ns}	3,674 ^{**}	0,475 ^{ns}	0,475 ^{ns}	44,96 ^o
Densidade	2	0,076 ^{ns}	2,09 ^{ns}	0,177 ^{ns}	4,176 [*]	4,176 [*]	17,16 ^{ns}
EspaçamentoxDensidade	4	0,035 ^{ns}	14,13 ^{ns}	0,048 ^{ns}	1,833 ^o	1,833 ^o	39,96 ^o
Resíduo	16	0,055	8,23	0,251	0,779	0,779	13,34
Média		3,82	32,80	4,68	4,68	95,32	56,76
CV(%)		6,14	8,75	10,71	18,87	0,93	6,43

^{**}, ^{*} ^o – Significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente; pelo teste F
^{ns} – não significativo a 10% de probabilidade; pelo teste F

Tabela 3A – Resumo da análise de variância das seguintes características avaliadas: estande de plantas aos 60 DAP (EP60) e aos 90 DAP (EP90); matéria seca aos 115 DAP (MS115); 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 densidade

Quadrados Médios							
F.V.	gl	EP60	EP90	MS115	MS365	NP	PAC
Blocos	2	7,26	8,44	1206,68	7251,00	13719,45	86,85
Espaçamento	2	81,37**	103,00**	23262,41**	21291,17**	241336,30**	234,00**
Densidade	2	1,04 ^{ns}	0,78 ^{ns}	183,14 ^{ns}	1370,27 ^{ns}	14513,20 ^{ns}	54,28 ^{ns}
Esp. x Dens.	4	6,98 ^{ns}	9,78 ^o	663,97 ^{ns}	137,55 ^{ns}	5396,37 ^{ns}	21,16 ^{ns}
Resíduo	16	2,68	3,44	528,54	2183,83	18968,72	27,32
Média		3,81	5,78	95,71	146,97	377,09	82,41
CV(%)		42,88	32,12	24,02	31,80	36,52	6,34

** , * e ^o – Significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente; pelo teste F
^{ns} – não significativo a 10% de probabilidade; pelo teste F