UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

PRODUÇÃO DE SILAGEM DE PLANTA INTEIRA E GRÃOS ÚMIDOS OU SECOS DE MILHO EM CONSÓRCIO COM GRAMÍNEA E/OU LEGUMINOSA FORRAGEIRA E CULTIVO DO FEIJÃO DE INVERNO EM SUCESSÃO

Cássia Maria de Paula Garcia

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor.

BOTUCATU - SP
ABRIL / 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

PRODUÇÃO DE SILAGEM DE PLANTA INTEIRA E GRÃOS ÚMIDOS OU GRÃOS SECOS DE MILHO EM CONSÓRCIO COM GRAMÍNEA E/OU LEGUMINOSA FORRAGEIRA E CULTIVO DO FEIJÃO DE INVERNO EM SUCESSÃO

Cássia Maria de Paula Garcia

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ciniro Costa

COORIENTADORES: Prof. Dr. Marcelo Andreotti

Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor.

BOTUCATU - SP
ABRIL / 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Garcia, Cássia.
Produção de silagem de planta inteira e grãos úmidos ou secos de milho em consórcio com gramínea e/ou leguminosa forrageira e cultivo do feijão de inverno em sucessão / Cássia Garcia. - Botucatu, 2016

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Orientador: Ciniro Costa
Coorientador: Marcelo Andreotti
Coorientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles
Capes: 50404016

1. Solos vermelhos. 2. Silagem. 3. Guandu. 4. Plantas forrageiras. 5. Milho de pipoca. 6. Lavoura. 7. Pecuária.

Palavras-chave: Capim-marandu; Feijão guandu anão; Integração lavoura-pecuária; Zea mays.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Aurasil Ferreira Garcia e Ivone Gomes de Paula Garcia que sempre me apoiaram, incentivaram, compreenderam e deram todas as condições necessárias para que eu pudesse alcançar meus objetivos. A vocês meu sincero e eterno amor, carinho e respeito.

Aos meus irmãos Aurasil Ferreira Garcia Júnior e Rita Maria de Paula Garcia, pelo carinho fraterno, vivências inesquecíveis que tornaram mais agradável cada dia da minha vida e por todo empenho e dedicação em suas profissões, sucesso.

Ao meu marido Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, por todo amor, apoio, paciência, carinho, preocupação e disposição em ajudar durante estes anos.

"Nada resiste ao bem e ao amor."
Leonardo Boff

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida (Padroeira do Brasil), por iluminarem meus caminhos.

Ao Professor Dr. Ciniro Costa, pela orientação, confiança, companheirismo, ensinamentos da vida, conselhos, empenho e liberdade de ações na realização deste e de outros trabalhos desenvolvidos.

Aos Professores Doutores Marcelo Andreotti e Paulo Roberto de Lima Meirelles, pela coorientação, amizade, disposição e incentivo na realização deste e de outros trabalhos desenvolvidos.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/Unesp) – Campus de Botucatu, do qual tenho muito orgulho e me identifico, meus agradecimentos pela formação acadêmica, condições oferecidas e possibilidade de engrandecimento profissional; bem como, ao Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/Unesp – Campus de Botucatu pelo apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, à Coordenadora Professora Doutora Margarida Maria Barros e aos funcionários da Seção de Pós-Graduação Seila Cristina Cassineli Vieira e Carlos Pazini Junior, pela amizade.

Aos Professores Dr. Juliano Carlos Calonego e ao Pós doutorando Cristiano Magalhães Pariz pela participação na qualificação deste trabalho, contribuindo amplamente para torná-lo mais completo, pelas suas sugestões e críticas.

Aos Técnicos, Marcelo Rinaldi da Silva (Técnico do Laboratório de Nutrição de Plantas), Sidival Antunes de Carvalho (Técnico do Laboratório de Bromatologia), Carlos Araújo da Silva (Carlinhos), João Batista Mariano de Carvalho (Técnicos do Laboratório de Fertilidade do Solo), todos da FE/Unesp, pelos valiosos auxílios nas análises laboratoriais e principalmente pela amizade.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extenção da UNESP, Campus de Ilha Solteira-SP .

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação e do DEFERS (Departamento de Sanidade e Engenharia Rural e Solos da FE/Unesp) pela atenção concedidas.

Ao meu marido Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho que muito ajudou e contribuiu para a realização deste trabalho.

Aos amigos: Amanda da Lapa Silva, Sanderley Simões da Cruz, Lígia Maria Lucas Videira, Isabô Melina Pascoaloto, Leandro Alves Freitas (Lele) e Cristiano Magalhães Pariz (Mala), pela companhia, respeito, pela contribuição que ofereceram ao meu crescimento como ser humano e prazer das vivências divididas nesse período.

Aos meus sogros Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira e Vera Lúcia Macri Gonçalves Teixeira e meus cunhados Eduado Gonçalves Minhoto Teixeira, Valéria Maceis e Ticiana Petean Pina que estiveram presentes na minha vida durante todos estes anos.

Aos meus sobrinhos que tanto amo Marco Antônio Pina Garcia e Davi Garcia Andrade, que muito contribuíram para com os momentos de alegria.

Ao professor Marcelo Andreotti que foi mais que um coorientador, foi um amigo nos momentos mais difíceis e contribuiu muito para a realização deste trabalho.

A todos àqueles que mantiveram ótimos relacionamentos de amizade, bem como, aos que deram sua importante contribuição para minha formação acadêmica.

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida, de 15/03/2013 a 15/11/2013.

Agradeço a FAPESP, pela bolsa concedida: Processo nº 2013/17862-5, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), com vigência de 01/12/2013 a 29/02/2016, e pelo auxílio a pesquisa concedida: Processo nº 2014/09165-5, com vigência de 01/03/2015 a 28/02/2017.

Enfim, agradeço a todos que nestes 3 anos me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor em todos os aspectos e aqueles que neste momento imerecidamente não foram lembrados, porém jamais esquecidos.

Às opiniões, hipóteses, e conclusões ou recomendações expressas neste material, são de responsabilidade da autora e não necessariamente refletem a visão da FAPESP, da CAPES e do CNPq.

"Não são as coisas bonitas que marcam nossas vidas, mas sim as pessoas que têm o dom de jamais serem esquecidas!"

Autor desconhecido.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Consideraçoes Iniciais..... 1
1. Introdução..... 2
2. Aspectos gerais da Integração lavoura-pecuária..... 3
3. Colheita de grão úmido de milho para ensilagem..... 7
4. Colheita da planta de milho para ensilagem..... 8
5. Formação de pastagem na entressafra..... 10
6. Desempenho agronômico do feijão em sistema plantio direto..... 12
7. Objetivos..... 15
8. Referências..... 16
Capítulo 2..... 25
Produtividade de grãos úmidos e secos de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu anão e qualidade bromatológica de capim-marandu em sucessão..... 27
Resumo..... 27
Introdução..... 27
Material e Métodos..... 29
Local e condições edafoclimáticas..... 29
Condições experimentais..... 29
Análises..... 32
Análises estatísticas. 33
Resultados..... 33
Discussão..... 37
Conclusões..... 40
Agradecimentos..... 40
Referências..... 40
Capítulo 3..... 44
Produção de silagem de milho e feijão em sucessão em cerrado de baixa altitude..... 45
Resumo..... 45
Abstract..... 46
Introdução 47
Material e Métodos 49

Resultados e Discussão 53
Conclusões 60
Agradecimentos 60
Referências 60
Capítulo 4 71
Valor nutritivo da silagem de planta inteira de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu 72
Resumo 72
Introdução 72
Material e Métodos 74
Local e condições edafoclimáticas 74
Condições experimentais 75
Análises 76
Análises estatísticas 77
Resultados 77
Composição bromatológica antes e após ensilar da silagem de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu anão 77
Teores de carboidratos solúveis e de matéria seca do milho antes e após ensilagem e nitrogênio amoniacal e pH na silagem de milho em consórcio 79
Discussão 82
Composição bromatológica antes e após ensilar da silagem de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu anão 82
Teores de carboidratos solúveis e de matéria seca do milho antes e após ensilagem e nitrogênio amoniacal e pH na silagem de milho em consórcio 86
Conclusões 89
Agradecimentos 89
Referências 89
Capítulo 5 – Implicações 94

CAPÍTULO 1

Considerações Iniciais

1. Introdução

A integração lavoura-pecuária (ILP) é a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma planejada, constituindo um sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas. Possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de fibras, de lã, de carne, de leite e de agroenergia com custos mais baixos devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e a pastagem.

Na prática, depara-se com as mais variadas situações em que o produtor tenta reduzir os custos de recuperação ou reforma de seus pastos fazendo cultivos consorciados de milho e forrageiras. A preocupação em produzir alimento volumoso para os rebanhos, particularmente no período seco do ano, quando as pastagens tornam-se cada vez mais precárias, tem aumentado a utilização da silagem, especialmente entre os pecuaristas que se dedicam à produção leiteira.

A produção de silagem de milho de boa qualidade varia de ano para ano em função de uma série de condições, tais como a escolha da cultivar, as condições de clima e solo e o manejo cultural. O conhecimento do valor nutritivo das silagens utilizadas para ruminantes é de grande importância, principalmente para animais de grande produção, como vacas em lactação. Outra alternativa para produção de silagem de qualidade, é com o consórcio de milho, *Urochloa* e feijão guandu anão, sistema denominado Santa Brígida.

O Sistema Santa Brígida é uma das alternativas mais recentes de ILP, que consiste no consórcio de culturas anuais com adubos verdes, especificamente as espécies guandu anão (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*). Estas plantas hospedam microrganismos fixadores de nitrogênio atmosférico (N_2) e essa associação é benéfica para ambos. Os microrganismos fixam N_2 e o disponibilizam aos vegetais via raízes, enquanto os vegetais suprem as necessidades dos organismos fixadores por meio da alocação de fotoassimilados. Portanto, o uso de leguminosas consorciadas com gramíneas pode ser uma estratégia para a fixação biológica de N_2, que incrementa os teores e a disponibilidade desse nutriente no solo, disponibilizando para a

cultura sucessora em sistema plantio direto (SPD), além da possibilidade de ensilar o material buscando um alimento de boa qualidade nutricional.

Dentre as opções de se obter palhada para o SPD, a ILP é uma das mais viáveis, principalmente em condições de Cerrado. Neste sitema busca-se a preservação do solo e da água, recursos naturais que não podem ser vistos separadamente. O SPD é caracterizado pela manutenção, durante o ano todo, de plantas em desenvolvimento e de raízes. As plantas promovem a cobertura permanente do solo, por meio de sua parte aérea (viva) ou de seus resíduos vegetais (cobertura morta ou palha). Esta palha sobre a superfície protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo a desagregação e o selamento da superfície, garantindo maior infiltração de água e menor arraste de terra.

No SPD, ainda é possível plantar uma nova cultura imediatamente após a colheita da anterior. Isso implica ganho de tempo e melhor aproveitamento da umidade do solo. Com pequeno intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura subsequente, o solo é ocupado o ano inteiro, gerando ganhos ambientais e econômicos. Com o aproveitamento das últimas chuvas de verão para o plantio de lavouras safrinha, é possível ter pelo menos duas safras por ano.

2. Aspectos gerais da Integração lavoura-pecuária (ILP)

O sistema de ILP possui alguns conceitos básicos que são: o sistema plantio direto, a rotação de cultivos, o uso de insumos e genótipos melhorados, o manejo correto das pastagens e a produção animal intensiva em pastejo (MORAES et al., 2002). São inúmeros os objetivos da integração entre lavoura e pecuária, todos buscando a maximização da produção animal e vegetal, visando a sustentabilidade do sistema produtivo.

A partir do ano 2000, o consórcio de milho com gramíneas forrageiras teve grande destaque nas propriedades rurais, e foi objeto de pesquisas. O consórcio entre essas culturas tem como objetivo produzir grãos e formar pastagem de alta qualidade nutricional, bem como palhada para o SPD (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003; BORGHI; CRUSCIOL, 2007). Em diversas regiões do mundo, a recuperação de áreas degradadas, a redução dos custos de produção e o uso intensivo da área durante todo o

ano, estão sendo viabilizados pela ILP sob SPD, envolvendo o cultivo de culturas graníferas ou de forragem e a pecuária, gerando resultados socioeconômicos e ambientais positivos (CARVALHO et al., 2010).

A ILP é definida por Macedo (2009) como sistemas produtivos de grãos, carne, leite, lã, e outros realizados na mesma área, em semeadura simultânea, sequencial ou rotacionada, onde se objetiva maximizar a sua utilização, os ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural e diminuir impactos ao meio ambiente, visando a sustentabilidade. Enquanto que de acordo com Euclides et al. (2010), a ILP pode ser feita pelo consórcio, sucessão ou ainda rotação de culturas anuais com forrageiras, juntamente com o cultivo mínimo, e tem como objetivo a recuperação de pastagens degradadas, que é a alternativa mais importante para reduzir o desmatamento e, principalmente, a produção forrageira na entressafra.

Os sistemas integrados de agricultura, foram reconhecidos como alternativas para intensificação sustentável (FAO, 2010), estes sistemas são mais eficientes no uso dos recursos naturais (WRIGHT et al., 2011); promovem ciclagem de nutrientes e melhoria do solo (SALTON et al., 2014); reduzem os custos de produção (RYSCHAWY et al., 2012), mantendo níveis de produtividade elevados (BALBINOT JR et al., 2009); e ainda produzem inúmeros serviços ao ecossistema (SANDERSON et al., 2013). Resulta que tais sistemas retomaram sua importância, após décadas de predomínio de sistemas de monoculturas, os quais se caracterizam por pouca diversidade e pelo elevado uso de insumos (LEMAIRE et al., 2014). Segundo Herrero et al. (2010), o futuro da alimentação do planeta está, agora, em tecnologias de intensificação sustentável que promovam ganhos de eficiência para se produzir mais alimentos sem que se use mais área, água ou outros insumos. O total da área com esses sistemas sendo utilizados no Brasil é de difícil estimativa, mas a sua importância e ritmo de expansão são amplamente reconhecidos (CARVALHO et al., 2006).

No que diz respeito à pesquisa brasileira, esta vem protagonizando um avanço incomparável em prover os alicerces para a proposição de uma tecnologia diferenciada de tudo aquilo que existe no mundo: a integração da agricultura com a pecuária adaptada ao escopo do sistema em plantio direto (SPD), resulta um sistema em que as

benesses aportadas pelo SPD, tais como a conservação estrutural do solo e o aumento da matéria orgânica, entre outras, são potencializadas pela introdução de espécies forrageiras que, de forma geral, acumulam ainda mais carbono do que as culturas agrícolas, cujos resíduos se mostram, muitas vezes, insuficientes para a manutenção da cobertura do solo. Tão fundamental quanto isto, a rotação com plantas forrageiras, e mais especificamente a presença do animal em pastejo em ciclos entre culturas, traz um componente de diversidade ao sistema que não se atinge apenas com o SPD. A presença do animal em pastejo modifica as rotas e a dinâmica da ciclagem de nutrientes no sistema, beneficiando a cultura em sucessão quando a intensidade de pastejo é manejada adequadamente (CARVALHO et al., 2005).

Na agricultura, entretanto, objetiva-se a quebra do ciclo de pragas, doenças e plantas daninhas, redução esta via supressão física ou alelopática de doenças das plantas cultivadas com origem no solo, melhoria na conservação da água, redução na variação da temperatura no solo, possibilidade de agregar valor ao sistema e formar palhada para o SPD (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003). Dessa forma, em áreas de lavoura com solos devidamente corrigidos, foi preconizado o sistema consorciado de culturas de grãos com gramíneas na ILP, cognominado de Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa.

A utilização do SPD é uma tecnologia crescente, sendo que em 2003 na região dos Cerrados brasileiros, havia cerca de 40 % dos sistemas agrícolas nesta modalidade de cultivo. Acredita-se que esse porcentual tenha ultrapassado os 65% em 2008/2009 (MACEDO, 2009). O grande avanço se deu pelas vantagens comparativas entre o SPD e os sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais. A adoção do SPD em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas, no entanto, é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção de palha sobre o solo, para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Várias culturas têm sido utilizadas e testadas para cobertura de solo, rotação, e pastejo no outono-inverno, e entre as mais promissoras estão o milho, o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro, o nabo forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, consorciadas ou não, sobretudo as do gênero *Urochloa*.

O sistema plantio direto com o emprego de plantas de cobertura, conduzida em rotação com cultivos comerciais, permite maior distribuição do trabalho durante o ano, resultando em economia e diversificação na propriedade rural. Este método promove

maior diversidade biológica e melhor redistribuição e aproveitamento de nutrientes no solo, mostrando ser um sistema sustentável (CALEGARI, 2000). Analisando economicamente diferentes sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, Fontaneli et al. (2000) concluíram que a integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto é viável tanto para as culturas de inverno e de verão, como para a engorda de bovinos, no período invernal. Na integração lavoura-pecuária, as espécies anuais de forrageiras são mais indicadas para o plantio na entressafra das lavouras anuais, pois se estabelecem com maior rapidez e menor custo que as espécies perenes. O pisoteio animal causa compactação apenas nos primeiros 10 cm do solo, o que pode ser rompido facilmente com o uso de sulcadores do tipo facão nas semeadoras-adubadoras para implantação da cultura de verão (MACHADO et al., 1998).

A utilização de espécies forrageiras leguminosas com a cultura do milho foi avaliada com resultados positivos para o milho (RAO; MATHUVA, 2000; HEINRICHS et al., 2005; NUNES et al., 2006). Segundo Curl (1963), espécies utilizadas como adubo verde, principalmente leguminosas, apesar de possuírem menor relação C/N, também podem ser incluídas no plano de rotação de culturas em SPD, pois apresentam vantagens a curto prazo, como a liberação de nutrientes durante a decomposição (DAROLT, 1998). Segundo Silveira et al. (2005), as leguminosas desempenham papel fundamental como fornecedoras de nutrientes quando o SPD está estabilizado, uma vez que as plantas dessa família têm a vantagem de prontamente disponibilizar nutrientes para culturas sucessoras, em virtude da rápida decomposição dos seus resíduos.

Portanto, pode-se citar como benefícios da pecuária para a lavoura a cobertura do solo para o plantio direto, e a grande oferta de palhada que o cultivo da espécie forrageira proporciona ao solo, depois da dessecação. Também podem-se citar outros benefícios como a reciclagem de nutrientes, visto que o sistema radicular das gramíneas tem capacidade de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo, o retorno de material orgânico e da atividade biológica do solo, que por sua vez traz benefícios físicos e biológicos na estrutura dos agregados e na descompactação. Segundo Vilela et al. (2001), o método mais prático de manipular a estrutura do solo é a inclusão de espécies forrageiras no sistema, que também oferece os benefícios inerentes a rotação

de culturas, tais como a quebra do ciclo de patógenos, pragas e supressão de plantas daninhas.

3. Colheita de grão úmido de milho para ensilagem

A silagem de grão úmido, pela sua praticidade e eficácia, tem sido cada vez mais utilizada no Brasil. Seu fácil manuseio tem permitido que pequenos ou grandes produtores obtenham resultados eficazes (JOBIM et al., 2001). A silagem de grãos úmidos consiste no armazenamento de grãos colhidos logo após a maturação fisiológica, com teor de umidade de 25 a 35%, podendo variar de acordo com a umidade no momento de ensilar. Nessa fase, denominada maturação fisiológica, os grãos apresentam teor máximo de amido. A técnica segue os mesmos princípios adotados para ensilagem convencional (OLIVEIRA et al., 2010).

Pesquisas com silagem de grãos de milho têm evidenciado que há aumento na digestibilidade da matéria orgânica, principalmente pelo aumento na digestão do amido, principal componente do grão (JOBIM et al., 2001). Segundo as pesquisas de Berndt et al. (2002) e Reis et al. (2001), a silagem de grãos de milho é vantajosa em termos nutricionais, pois aumenta a eficiência de conversão alimentar.

Ítavo et al. (2006) verificaram que o uso de grãos úmidos de milho ensilados, como componente energético do concentrado de dietas para cordeiros em terminação, resultou em melhores ganho de peso, conversão e eficiência alimentar, se comparados à inclusão de grãos secos de milho. Lohman et al. (2010) avaliaram as silagens de grãos úmidos de milho como fonte energética para suínos em diferentes granulometrias e verificaram aumento na digestibilidade em função da diminuição do diâmetro geométrico médio das partículas dos grãos. Além disso, os grãos são componentes predominantes nas dietas de ruminantes, sendo o amido o mais importante constituinte dos grãos de cereais, contribuindo com 60-80% dos mesmos (KOTARSKI et al., 1992; McCLEARY et al., 1994).

O uso da silagem de grãos úmidos de milho apresenta vantagens relacionadas à antecipação da colheita, à redução de perdas no campo e ao armazenamento, bem como à redução de custos pela eliminação de etapas relacionadas à limpeza e pré-secagem (JOBIM e REIS, 2001). No entanto, algumas características intrínsecas desses grãos,

como teor de umidade relativamente baixo e elevada quantidade de amido (TAYLOR; KUNG JR., 2002; KUNG JUNIOR et al., 2007), podem prejudicar a produção dos ácidos e a rápida redução do pH, que possibilita o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que utilizam o amido como fonte de energia (KUNG JUNIOR et al., 2007), principalmente leveduras.

4. Colheita da planta de milho para ensilagem

A pecuária brasileira possui ainda vários entraves à produtividade, como a degradação das pastagens (TOWNSEND et al., 2000), a escassez de alimento volumoso e a perda do valor nutritivo desses alimentos para alimentação de bovinos durante o período seco do ano (SANTOS et al., 2004). Na conservação de forragem por meio de ensilagem, deve haver preocupação com o padrão de fermentação do material ensilado. O milho é considerado padrão para ensilagem, em virtude de suas características fermentativas (FERREIRA, 2001). Porém, o valor nutritivo da silagem de milho pode variar conforme o híbrido, a densidade de cultivo, as condições de crescimento, a maturidade e a umidade no momento da colheita, o tamanho de partículas e as condições de ensilagem e desensilagem (VELHO et al., 2006). Os híbridos de milho para ensilagem têm sido selecionados de acordo com seu rendimento e produtividade de grãos, supondo que maior quantidade de grãos, corroboraria maior concentração de energia. Para produzir silagem de boa qualidade, a forrageira deve ser picada e compactada, e o silo deve ser fechado no menor espaço de tempo possível, mantendo-se as condições anaeróbias a fim de que as características qualitativas da silagem sejam similares à da forragem verde (SENGER et al., 2005).

Tem-se observado em fazendas, que, nem sempre, as cultivares de milho empregadas como forrageira são as mais indicadas. A escolha da cultivar para silagem tem sido controvertida devido à falta de informações quanto ao comportamento agronômico produtivo e qualitativo de diferentes materiais ofertados pelas empresas de melhoramento e multiplicação genética (NEUMANN et al., 2002).

O pecuarista tem adotado, como prática, o uso de cultivares de porte mais alto, com produção de massa total elevada e, geralmente, tolerantes à acidez do solo, sendo que a qualidade fica abaixo da desejada devido a menor porcentagem de grãos presentes

na massa. De maneira geral, no caso específico do milho, a qualidade da forragem guarda relação com a maior ou menor participação de grãos na biomassa a ser ensilada. A planta ideal para ensilagem é aquela que apresenta uma elevada participação de grãos na massa ensilada, possui fibras e parede celular de melhor digestibilidade e suporta alta produtividade de massa, compatível com sistemas de produção eficientes e, evidentemente que possua boas condições de sanidade a doenças e pragas. Para a silagem de milho assumir sua função de recurso forrageiro de alto valor nutritivo, deve apresentar de 40 a 50% de grãos da massa seca total da planta (NUSSIO et al., 2001), o que ocorre quando a espiga representa em torno de 60 a 65% da massa da planta (RESTLE et al., 2002). Mello et al. (2005) ao avaliarem a contribuição da espiga na percentagem total da massa ensilada de híbridos de milho com grãos tipo duro verificaram valor de 63%, considerado como ideal para a obtenção de silagem de boa qualidade.

O estádio de desenvolvimento em que a planta de milho é colhida, além do cultivar afetam a percentagem de matéria seca (MS) e de grãos na silagem de milho. Muitos autores recomendam que a planta de milho deva ser colhida nos intervalos de 30 a 35% de MS para confecção de silagens. Teores de MS abaixo de 30% estariam relacionados com menor produtividade, perdas de matéria seca por lixiviação, baixa qualidade da silagem e redução no consumo por animais (LAUER, 1996), por outro lado, teores de umidade acima de 35% favorecem as perdas de MS, podendo alterar significativamente os conteúdos de nitrogênio e de carboidratos solúveis (JOBIM et al., 2003).

Nussio; Manzano (1999) relataram que os teores de 30 a 35% de matéria seca são obtidos nas plantas de milho no momento em que a consistência dos grãos estiver variando entre o estádio pastoso e o farináceo duro, o que corresponde à visualização da linha de leite entre 1/3 a 2/3. Assim, Lauer (1999) sugeriu que o teor de MS da planta deva ser o critério utilizado para confirmação do ponto ótimo da colheita de planta de milho para a ensilagem, sendo a evolução da linha de leite no grão o principal fator indicador do momento de se iniciar as determinações dos teores de MS da planta inteira.

De acordo com Wilkinson et al. (1998), a ensilagem de forragens com menos de 21% de MS, teores de carboidratos solúveis (CS) inferiores a 2,2% na matéria verde e baixa relação carboidratos solúveis *versus* poder tampão apresenta maior possibilidade

de fermentações secundárias (indesejáveis). Neste sentido, Reis; Rosa (2001), analisando diversos trabalhos sobre ensilagem de gramíneas forrageiras tropicais, evidenciam os baixos teores de MS e CS no momento ideal de colheita.

Resultados de pesquisa desenvolvida nos Estados Unidos da América, apresentados por Lauer (1998), mostraram que a produtividade de massa seca de silagem é reduzida em aproximadamente 15% quando a altura de colheita é elevada de 0,15 para 0,45 m, a partir do nível do solo. No entanto, a produção estimada de leite aumentou aproximadamente 12% para a mesma elevação na altura de colheita, devido a parte mais fibrosa e menos digestível da planta de milho ter sido deixada no campo, resultando em redução de apenas 3% na produção estimada de leite por área.

Segundo Hutjens (2000), até a altura de inserção da espiga, para cada 0,15 m na elevação da altura de colheita se espera redução de 1% no teor de FDA do material colhido, e a redução na produtividade de massa seca de aproximadamente 850 kg ha^{-1}. Além disso, com a elevação desta altura de colheita do milho para silagem, devem ser consideradas as vantagens relacionadas com a conservação e a melhoria da fertilidade do solo (CAETANO et al., 2011). De acordo com Restle et al. (2002), a elevação da altura de colheita para ensilagem permite maior participação de grãos na massa ensilada em detrimento da participação de colmos e folhas senescentes, com melhoria da qualidade da silagem produzida, devido aos decréscimos significativos nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) da silagem.

5. Formação de pastagem na entressafra

O Brasil é o país com maior rebanho comercial do mundo, são cerca de 208 milhões de cabeças de gado, segundo estimativas da CONAB para 2010. Uma das razões que explicam a baixa produtividade de carne está na deficiência e baixa qualidade das pastagens no período seco do ano (YOKOYAMA et al., 1999), acarretado pelo processo de degradação das pastagens, que tem origem na acidez e baixa fertilidade do solo, além do manejo inadequado tanto do solo como da planta forrageira. A degradação das pastagens ao longo dos anos têm sido um dos grandes problemas para a atividade pecuária, por ser desenvolvida em pastagens mal formadas, o que afeta a sustentabilidade desse sistema de produção. Aproximadamente 80 milhões de hectares de pastagens do Brasil são ocupados com o capim-marandu, representando

aproximadamente 70% das pastagens cultivadas no país, formando extensos monocultivos, especialmente na região de cerrado (LANDERS, 2007).

Alguns problemas ocorrentes em pastagens, principalmente no cerrado, tais como a degradação física, química e biológica do solo, aliados à escassez de água, acabam gerando as seguintes conseqüências: limitações ao desenvolvimento do sistema radicular; maior susceptibilidade à erosão; desequilíbrio biológico e ecológico e aumento da incidência de insetos, patógenos e plantas daninhas. Esses fatores, quando combinados, geram a perda de solo e de seus nutrientes, promovendo, juntamente com a erosão eólica e hídrica, sua compactação e redução da infiltração de água. Todo este quadro pode-se traduzir na baixa sustentabilidade agrícola local, com implicações diretas sobre a instabilidade dos sistemas de produção (SOARES FILHO et al., 1992; CORSI, 1998).

Com isso, fica clara a necessidade de uma utilização mais racional dos recursos naturais existentes, o que será possível somente através de uma melhor compreensão do ecossistema de pastagens, para que práticas de manejo e sistemas de produção animal possam ser idealizados e implementados sem colocar em risco sua sustentabilidade e produtividade (SBRISSIA; SILVA, 2001). A *Urochloa* é o capim mais plantado no Brasil, sendo usado na cria, recria e engorda dos animais, desde que seja bem manejada. O grande interesse dos pecuaristas pelas espécies de *Urochloa* se prende ao fato de estas serem plantas de alta produção de matéria seca, possuírem boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo, além de apresentarem poucos problemas de doenças e mostrarem bom crescimento durante a maior parte do ano, inclusive no período seco (SOUZA; DUTRA, 1991). A maior área plantada com *Urochloa* no Brasil está na Região Centro-Oeste, sujeita a grandes variações estacionais de temperatura e umidade. O período chuvoso desta região é caracterizado pela ocorrência de temperaturas e índices pluviométricos elevados, com altas taxas de evapotranspiração. Na época seca, apresenta fotoperíodo mais curto, baixas temperaturas noturnas e a baixa umidade; devido à menor pluviosidade, podem limitar o crescimento das gramíneas, promovendo assim acentuado comportamento estacional (VALLE et al., 2000).

Como alternativa para aumento da produtividade das pastagens, surgiram os sistemas integrados de produção, que se fundamenta na produção consorciada de

culturas de grãos, especialmente o milho e o sorgo em consórcio com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa*, tanto em SPD como no convencional, em áreas de lavoura, com solo parcial ou devidamente corrigido. Neste sistema, as culturas anuais apresentam grande performance de desenvolvimento inicial, exercendo com isto, alta competição sobre as forrageiras, evitando assim redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos. A competição existente entre as espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado, assim, o conhecimento do comportamento destas na competição por fatores de produção torna-se de grande importância para o êxito na formação da pastagem e produtividade satisfatória da cultura de grãos (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Com a diversificação e rotação das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade, constituindo único sistema, são inúmeros os benefícios para ambas, onde o diferencial é o planejamento das atividades (CASSOL, 2003).

6. Desempenho agronômico do feijão em sistema plantio direto (SPD)

O feijoeiro ocupa importante lugar na agricultura, pois consiste na base da alimentação da população brasileira (NUNES et al., 2006). A cultura do feijão constitui-se numa das mais importantes explorações agrícolas do Brasil, não só pela área cultivada e pelo valor da produção como, também, por se tratar da principal fonte de proteína das camadas sociais de menor poder aquisitivo (SORATTO, 2002).

Juntamente com o arroz, milho e a mandioca, representam a base da alimentação humana; além da vantagem de ser tratada como importante cultura de inverno, utilizada tanto em sucessão quanto em rotação com outras (MUÇOUÇAH, 1994). Na safra 2003/04, a produção nacional de feijão alcançou 3,29 milhões de toneladas, ocupando uma área de aproximadamente 4,12 milhões de ha, sendo portanto, a produtividade média ao redor de 780 kg ha^{-1} (FAO, 2005), considerada baixa por ter a cultura um potencial superior a 3500 kg ha^{-1} (FNP CONSULTORIA e COMÉRCIO, 2003). Em regiões nas quais a agricultura é mais tecnificada, como é o exemplo do Estado de São Paulo, a produtividade média das três safras ultrapassou 1200 kg ha^{-1} (CAMARGO et al., 2001). Nos últimos anos, métodos de cultivo, como o reduzido e o plantio direto,

vêm sendo adotados em substituição aos convencionais, acarretanto em ganhos substanciais na produtividade da cultura. (DADOS ANTIGOS)

O sistema de rotação e sucessão de culturas deve ser adequado para permitir no mínimo a formação de 6 a 7 t ha^{-1} de palhada e manutenção de cobertura morta na superfície do solo para o SPD (AIDAR et al., 2007). Existem muitas plantas de cobertura para as diferentes regiões edafoclimáticas do Brasil, e a experiência local é decisiva nesta seleção. Em qualquer situação, deve-se ter sempre em mente que não existe uma planta "milagrosa" e que o ideal é ter mais uma dessas espécies no sistema de produção, onde se busca aliar renda à preservação ambiental (ALVARENGA et al., 2001).

No geral, o feijoeiro tem sido cultivado em rotação e/ou sucessão principalmente com as culturas do milho, soja, trigo, triticale, aveia preta, aveia branca, sorgo, milheto e leguminosas forrageiras, dependendo do ano agrícola e da região produtora. Nos Estados de Goiás e Minas Gerais a sucessão baseia-se no milho no verão e feijão de inverno. No Sudoeste Paulista, importante pólo produtor de feijão, alguns sistemas de rotação já estão bem conhecidos, onde na safra verão cultiva-se milho, soja e feijão das águas, o milho safrinha e feijão da seca na época de verão-outono (segunda safra) e no inverno, também chamada de terceira safra cultivam-se os cereais como aveia preta ou branca, trigo, triticale e cevada cervejeira (WUTKE; De MARIA, 2005).

Sistemas de cultivo em sucessão ou rotação de culturas promovem benefícios ao feijoeiro, como diminuição das perdas de solo, água e nutrientes (GUADAGNIN et al.; 2005); redução no consumo de água (STONE; MOREIRA, 2000; STONE et al., 2006; BIZARI, 2007); aumento na eficiência de controle de plantas daninhas (FAVERO et al., 2001; BRAZ et al., 2006); melhoria do ambiente solo, especificamente dos atributos físicos, químicos e biológicos (COLLARES et al., 2006; SILVA et al., 2007); além do aumento da produtividade agrícola (SILVEIRA et al., 2005; NUNES et al., 2006).

O SPD e a integração agricultura-pecuária também são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS et al., 2008). Além disto, ocorre o aumento da matéria orgânica que incrementa a qualidade do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005), promovendo a agregação, com reflexos positivos na partição da água, favorecendo a infiltração e diminuindo o escoamento superficial. Portanto, para manter anualmente o

aporte de palha exigido para a manutenção da estabilidade do SPD, é de fundamental importância o estabelecimento de culturas para a produção de palha, em quantidade adequada à cobertura do solo, e que minimize o acelerado processo de decomposição da mesma. Assim, deve-se conhecer a espécie vegetal a ser utilizada no programa de rotação ou consorciação de culturas, quanto à sua produção de massa seca e tempo de decomposição, que interferem diretamente na quantidade de palha sobre o solo e, consequentemente, nos atributos químicos do solo, dentre os quais a CTC, que afetam diretamente a dinâmica de cátions no solo (ANDREOTTI et al., 2008).

O plantio direto sobre palhada é uma prática de manejo que tem demonstrado eficiência no controle da erosão, via manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, e propicia, também, o aumento da disponibilidade de nutrientes (ALVARENGA, 1996), o fornecimento de N pela decomposição da matéria orgânica, e maior quantidade de água disponível no solo (STONE; MOREIRA, 2000; FAGERIA; STONE, 2004). Nas condições de clima e solo de Cerrado, o emprego de plantio direto sobre a palhada implica o conhecimento e definição das espécies para cobertura, as quais devem ter boa produção de biomassa e ser suficientemente persistentes, para proteção física do solo e disponibilização de nutrientes, nos períodos de excesso ou escassez de água, resultando em benefícios para a cultura posterior (NUNES et al., 2006).

No cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), vem crescendo a adoção do sistema plantio direto. Entretanto, nesse sistema, a taxa de mineralização da matéria orgânica é mais lenta, quando comparada à do sistema onde é feita a incorporação dos resíduos, pelo fato dos resíduos vegetais permanecerem na superfície e com menor área de contato com o solo (MERTEN; FERNANDES, 1998; GONÇALVES; CERETTA, 1999), o que tem acarretado menor disponibilidade de N às plantas, desde a fase de instalação até a estabilização do sistema (SORATTO et al., 2001; SILVA, 2002; SORATTO et al., 2004). Além disso, a dose de N na adubação do feijoeiro pode estar condicionada ao tipo de resíduo vegetal (gramínea ou leguminosa) na superfície do solo, pois a palhada com elevada relação C/N, característica da maioria das gramíneas, proporciona maior imobilização de N pela flora microbiana durante a decomposição (CERETTA et al., 2002).

A maximização do uso de N pelo feijoeiro deve ser priorizada, pois além dos aspectos econômicos, este nutriente apresenta risco ao meio ambiente por ser

potencialmente contaminante de lençóis freáticos. Por ser o N um elemento que se perde facilmente por vários processos como volatilização, lixiviação e desnitrificação no sistema solo-planta o manejo adequado com o propósito de maximizar a eficiência de seu uso é altamente desejável. A eficiência de uso das fontes de N pelas culturas anuais como o feijoeiro é baixa, ao redor de 50% a 60%, e uma das causas para esse baixo valor relaciona-se com a dose e época de aplicações inadequadas (FAGERIA; BALIGAR, 2005; BRITO et al., 2011).

Em trabalho desenvolvido por Gomes Júnior et al. (2008), foi observado que as cultivares de feijão não apresentaram diferenças significativas quanto à produtividade de sementes, quando o cultivo foi efetuado sobre palhada de milheto e *Urochloa*; no entanto, no uso do milheto em consórcio com o feijão-de-porco, segundo Teixeira et al. (2008), verificou-se maior rendimento de grãos do feijoeiro. Silveira et al. (2005), verificaram maiores produtividades de feijão sobre a palhada de milheto (2.197 kg ha^{-1}), em comparação ao sorgo (1.587 kg ha^{-1}) e à *Urochloa* (1.505 kg ha^{-1}). Garcia et al. (2003) também verificaram a influência de plantas de cobertura sobre os componentes de produção da cultura do feijoeiro de inverno.

No Cerrado, como nas demais regiões tropicais, a mineralização da matéria orgânica é bastante rápida, por causa da elevada temperatura e umidade do solo, durante boa parte do ano (SANCHEZ; LOGAN, 1992). Essa característica impossibilita a adequada reposição de nutrientes nos sistemas convencionais de manejo dos solos e das culturas. Nessa situação, a rotação de culturas e as plantas de cobertura, podem influenciar positivamente a produtividade do feijoeiro (WUTKE et al., 1998).

7. OBJETIVOS

No presente trabalho, os resultados obtidos nos experimentos realizados são apresentados em forma de capítulos.

O capítulo 2, intitulado **"Produtividade de grãos úmidos e secos de milho em consórcio com *U. brizantha* e/ou feijão guandu anão e qualidade bromatológica de *U. brizantha* em sucessão"**, teve como objetivo avaliar a produtividade de grãos de milho, de massa seca e a qualidade bromatológica do capim-marandu em sucessão ao milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e/ou feijão guandu anão em área de sequeiro.

Esse trabalho foi redigido de acordo com as normas do Periódico **Grass and Forage Science**.

O capítulo 3, intitulado **"Produção de silagem de milho e feijão em sucessão em cerrado de baixa altitude"**, teve como objetivo avaliar a produtividade de massa seca e massa verde do milho consorciado com *Urochloa* e/ou feijão guandu anão, em área irrigada, e avaliar o efeito da palhada sobre a produtividade do feijão de inverno em sucessão. Esse trabalho foi redigido de acordo com as normas do Periódico **Pesquisa Agropecuária Brasileira-PAB.**

O capítulo 4, intitulado **"Valor nutritivo da silagem de planta inteira de milho em consórcio com *U. brizantha* e/ou leguminosa"**, teve como objetivo avaliar sob condição irrigada no Cerrado de baixa altitude no período do verão, a qualidade nutricional da silagem de planta inteira de milho, em duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m em relação ao nível do solo), consorciadas com capim-marandu e/ou guandu anão no verão. Esse trabalho foi redigido de acordo com as normas do Periódico **Grass and Forage Science**.

No capítulo 5 são apresentadas as **Implicações** pertinentes ao conjunto de resultados observados.

8. REFERÊNCIAS

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T. Palhada de braquiária: redução dos riscos e do custo de produção das lavouras. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte-MG, v. 28, n. 240, p. 30-38, 2007.

ALVARENGA, R.C. ; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura do solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V.F.; JUNIOR, E.F.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá-PR, v.30, n.1, p.109-115, 2008.

BALBINOT Jr.; A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 39, p. 1925-1933, 2009.

BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho emdietas de alto teor de concentrado. Composição corporal e taxa de deposição de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2105-2112, 2002

BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D.. Exigências líquidas de proteína e energia para crescimento de tourinhos santa gertrudis em dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasilera de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n.5, p.2098-2104, 2002

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

BRAZ, A. J.B.P.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; COBUCCI, T.; BRAZ, G.B.P. Emergência de plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura de solo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 4, p. 621-628, 2006.

BRITO, M.M.P.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão caupi. **Bragantia,** Campinas-SP, v. 70, n. 1, p. 206-215, 2011.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**, 2001, 178p, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E.; RÊGO, A.C.; CARVALHO, M.V.; RENNÓ, F.P. Nutritional characteristics and in vitro digestibility of silages from different corn cultivars harvested at two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.40, n.4, p.708-714, 2011.

CALEGARI, A. **Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para sua adoção**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 2000, Foz do Iguaçu/PR, p. 145-152, 2000.

CAMARGO, A.M.M.P.; CASER, D.V.; FRANCISCO, V.L.F.S. Previsões e estimativas das safras agrícolas no estado de São Paulo. **Informações Economicas**, São Paulo-SP, v.31, n.2, p.101-117, 2001.

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. .; FLORES, J.P.C.; CEPIK, C.C.T.; LEVIEN, R.; LOPES, M.T.; BAGGIO, C.; LANG, C.R; SULC, R.M.; PELISSARI, A. **O estado da arte em integração lavoura-pecuária**. In: Gottschall, C. S.; Silva, J. L. S. da; Rodrigues, N. C. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas-RS, p. 7-44. 2005.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I.; LANG, C.R.; SILVA, J.L.S.; SULC, R.M.; TRACY, B. **Manejo da Integração Lavoura Pecuária para a região de**

clima subtropical. In: Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 2006, Uberaba - MG. Integrando Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente. FEBRAPD, 2006. p.177 – 184.

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E.D.; SULC, R.M.; LANG, C.R.; FLORES, J.P.C.; LOPES, M.L.T.; SILVA, J.L.S.; CONTE, O.; WESP, C. L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R.S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Ithaca, v.88, n.2, p. 259-273, 2010.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2003.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.32, n 1, p.49-54, 2002.

COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R.. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, n. 11, p. 1663-1674, 2006.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.777-788, 2005.

CORSI, M. Dica de especialista: melhor resposta no verão (entrevista). **DBO Rural**, São Paulo, v.17, n. 218, p. 62, 1998.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R. Silagem de grãos úmidos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília-DF, v.32, n. 3, p.311-315, 1997.

DAROLT, M.R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto:** pequena propriedade sustentável. Londrina: Iapar, 1998. p.16-45 (Circular, 101).

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, M. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, p. 151-168, 2010 (Suplemento especial).

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 97-185, 2005.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia-DF, v.39, p.73-78, 2004.

FAO. **Produção agrícola**. http://www.fao.org/faostat/ collections?subset=agriculture. 28 Dez. 2005.

FAO. An international consultation on integrated croplivestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification. **Integrated Crop Management**, v. 13, 64p., 2010.

FNP Consultoria & Comércio. **Feijão**. In: Nakamae, I. J. (ed.). Agrianual 2003. São Paulo: Argos, 2003. cap. 30, p.345-354.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília-DF, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FERREIRA, J.J. Estágio de maturação ideal para ensilagem de milho e sorgo. In: CRUZ, C. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. et al. (Eds) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.405-428.

FNP Consultoria & Comércio. Feijão. In: Nakamae, I. J. (ed.). **Agrianual 2003**. São Paulo: Argos, 2003. cap. 30, p.345-354.

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

GARCIA, R.N.; FORNASIERI FILHO, D.; ROSSATO JÚNIOR, J.A.S. Influência de cultura de cobertura morta e nitrogênio sobre os componentes produtivos da cultura do feijoeiro de inverno em sucessão a cultura do milho. In: Congresso Brasileiro Deciência Do Solo, 29, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

GOMES JUNIOR, F.G.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V. Nitrogênio no feijoeiro em
sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá-PR, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa-MG, v.23, s/n, p.307-313, 1999.

GUADAGNIN, J.C.; BERTOL, I.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J. Perdas de solo e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 277-286, 2005.

HERRERO, M.; THORNTON, P.K.; NOTENBAERT, A.M.; WOOD, S.; MSANGI, S.; FREEMAN. H.A.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; PETERS, M.;. STEEG, Van de J.; LYNAM, J.; PARTHASARATHY RAO, P.; MACMILLAN, B.; GERARD, B.; McDERMOTT, J.; SERÉ, C.; ROSEGRANT, M. Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, EUA, v. 327, p. 822-825, 2010.

HEINRICHS, R.;VITTI, G.C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P.A.M.; FANCELLI, A.L.; CORAZZA, E.J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, p.71-79, 2005.

HUTJENS, M. **Selecting corn silage varieties**. Disponível em: <http://dairynet.outreach.
uiuc.edu/fulltest.cfm?section=1& documentID=408> Acesso em: 05 fev. 2013.

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; OSHIRO, M.M.; BIBERG, F.A.; COSTA, C.C.; JOBIM, C.C.; LEMPP, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.139-146, 2006.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.912-927.

JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: CCA/UEM/DZO, 2001. p.146-176.

JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. **Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros.** In: V SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE. Goiânia – Goiás, 2003. p. 357-376.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária.** 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.131-141.

KOTARSKI, S.F., WANISHA, R.D., THUR, K.K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. Journal of Nutrition, 122:178-190, 1992.

KUNG JUNIOR, L.; SCHMIDT, R.J.; EBLING, T.E., HU, W. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, Champaign,v.90, n.5, p.2309-23147, 2007.

LAUER, J.; MILKLINE, K. How should we use it for harvesting silage? **Agronomy Advice**, 1999. Disponível em: Acesso em: 05 dez. 2015.

LAUER, J. Harvesting silage at the correct moisture. **Wisconsin Crop Manager**, v,3, n.24, p.142-143, 1996. Disponível em: Acessado em: 05 dez. 2015.

LAUER, J.; Corn silage and quality trade-offs when changing cutting height. **Agronomy Advice**, 1998. Disponível em: <http://corn.agronomy.wisc.edu/Publication/Advice/1998/CuttingHeightYieldAndQualityTrade-offForCornSilage.html>. Acesso em: 18 jan. 2016.

LANDERS, J.N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: __. **Integrated Crop Management**. v.5, 1.ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007. 92 p.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Madson, v.190, p.4-8, 2014.

LOHMANN, A.C.; POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; POZZA, M.S.S.; VENTURI, I.; PASQUETTI, T.J. Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes granulometrias para suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte-MG, v.62, n.1, p.154-162, 2010.

McCLEARY, B.V.; SOLAH, V.; GIBSON, T.S. Quantitative measurement of total starch in cereal flours and products. **Journal. Cereal Science**, London, v.20, n.1, p.51-58, 1994.

MACHADO, A.O.; CECATO, U.; MIRA, R.T.; PEREIRA, L.A F.; DAMASCENO, J.C. Avaliação da composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 1057-1063, out. 1998.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, suplemento especial, p.133-146, 2009.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G.; DAVID, D.B. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v.4, n.1., p.79-94, 2005.

MERTEN, G.H.; FERNANDES, F.F. Manejo do solo de baixa aptidão. In: DAROLT, M. R. (org.). **Plantio direto**: pequena propriedade sustentável. Londrina, IAPAR, 1998. p.43-64.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J., CARVALHO, P.C.F.; CASSOL, L.C. **Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil.** In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002. Pato Branco: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. p. 3- 42.

MUÇOUÇAH, M.J. **Influência de cultivares de feijoeiro, adubação e inseticidas sobre a população e danos de *Empoasca kraemeri*** (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera-Cicadelidae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemíptera-Aleyrodidae), em três épocas de semeadura. Jaboticabal: UNESP, 1994. 198p. Dissertação Mestrado.

NUNES, H.V.; SILVA, I. de F. da; BRUNO, R. de L.A.; BARROS, D.I.; PEREIRA, W.E. Influência de sistemas de culturas, mucuna preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.28, n.3, p.6-12, 2006.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PELLEGRINI, L.G.; FREITAS, A.K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 293-301, 2002. Suplemento.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p.127-145.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de milho. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos: Alimentação suplementar, 7. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1999. p.27-46.

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**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

RAO, M.R.; MATHUVA, M.N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. **Agriculture**, **Ecosystems and Environment**, Madson, v.78, p.123-137, 2000.

REIS, R.A.; ROSA, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18. 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2001. p.193-232.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N.; ULYSSES, C.; SILVEIRA, A. Desempenho de Cordeiros Terminados em Confinamento, Consumindo Silagens de Grãos Úmidos de Milho e de Grãos de Milho Hidratados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.525-532, 2001.

RESTLE, J.; NEUMANN M.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; SILVA, J.H.S.; PELLEGRINI, L.G.; SOUZA, A.N.M. Manipulação da altura de corte da planta de milho (Zea mays, .) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3,p.1235-1244, 2002.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mixed crop-livestock systems: An economic and environmental-friendly way of farming Animal, Cambrige v. 6, p. 1722-1730, 2012.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Madson, v.190, p. 70-79, 2014.

SANDERSON, M. A.; ARCHER, D.; HERNDRICKSON, J.; KRONBERG, S.; LIEBIG, M.; NICHOLS, C.; SCHMER, M.; TANAKA, D.; AGUILAR, J. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v. 28, p. 129-144, 2013.

SANCHEZ, P.A.; LOGAN, T.J. **Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics**. In: LAL, R.; SANCHEZ, P.A. (Ed.). Myths and science of soil of the tropics. Madison: Soil Science Society of America, 1992. p.35-46. (Special Publication, 29)

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.203-213, 2004.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C.
Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.43, n.1, p.115-122, 2008.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001 Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M.; NETTO, D.P.; LIMA, L.D. Composição e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho

com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

SILVA, M.B.; KLIEMANN, H.J.; SILVEIRa, P.M.; LANNA, A.C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia-DF, v. 42, n. 12, p. 1755- 1761, 2007.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.40, n.4, p.377-381, 2005.

SOARES FILHO, C.V.; MONTEIRO, F.A.; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 14, n. 2, p. 26, 1992.

SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; CARVALHO, M.A.C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira-SP, v.10, n.1, p.89-99, 2001.

SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.39, n.9, p. 895-901, 2004.

SOUZA, A. B. S. F.; DUTRA, S. Resposta do Brachiaria humidicola à adubação em Campo Cerrado do Estado do Amapá, Brasil. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 13, n. 3, p. 42-45, 1991.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia-DF, v. 35, n. 4, p. 835, 41, 2000.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J.A.A.; BRAZ, A.J.B.P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia-DF, v. 41, n. 4, p. 577-582, 2006.

TAYLOR, C.C.; KUNG JUNIOR, L. The effect *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, Champign, v.85, n.6, 1526-1532, 2002.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n.4, p. 835-841, 2000.

YOKOYAMA, L.P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.34, n.8, p.1335-1345, 1999.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G. Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 2000, Uberlândia, **Anais...** Uberlândia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2000. (CD-ROM).
VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO. M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero Brachiaria. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108

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**, Santa Maria-RS, v.36, n.3, p.916-923, 2006.

VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; SOUZA, D.M.G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária.** Planaltina, DF. Documentos 42. Embrapa Cerrados. 21 p. Online. Dezembro de 2001.

WILKINSON, J.M. Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO-RUMINANTES, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.53-72.

WRIGHT, I. A.; TARAWAL, S.; BLÜMMEL, M.; GERARD, B.; TEUFEL, N.; HERRERO, M. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 1010-1015, 2012.

WUTKE, E. B.; De MARIA, I, C. **Plantio direto para o feijoeiro.** In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 21., 2005. Capão Bonito. Anais... Campinas: Instituto Agronômico, 2005, p. 29-41. (Documentos IAC, 76)

WUTKE, E.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; AMBROSANO, G.M.B. Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.325-338, 1998.

CAPÍTULO 2

Elaborado conforme as normas do Periódico "Grass and Forage Science"

Produtividade de grãos úmidos e secos de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu anão e qualidade bromatológica de capim-marandu em sucessão

Resumo

A degradação das pastagens ao longo dos anos têm sido um dos grandes problemas para a atividade pecuária, assim, algumas espécies gramíneas e leguminosas têm sido avaliadas em consórcio com milho para implantação da pastagem. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos de milho, de massa seca e a qualidade bromatológica do capim-marandu em sucessão ao milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e/ou feijão guandu anão em área de sequeiro. O trabalho experimental foi realizado durante os anos agrícolas de 2013/14 e 2014/15, em área experimental de Cerrado de baixa altitude. O solo da localidade é um Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa e a precipitação média anual local de 1.370 mm. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com seis repetições, sendo duas modalidades de consórcios: (MB) milho/*Urochloa brizantha* cv. Marandu e (MBG) milho/*Urochloa brizantha* cv. Marandu/feijão guandu anão); dois momentos de colheita dos grãos (para silagem de grãos úmidos ou grãos secos) e dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15). Independente da modalidade de consórcio a colheita de grãos úmidos de milho para silagem minimiza as perdas por fatores climáticos, resultando em maior produtividade de massa seca de capim-marandu em sucessão. O consórcio do milho com capim-marandu e feijão guandu prejudicou a produtividade de grãos úmidos de milho e massa seca de capim-marandu em sucessão.

O capim-marandu em sucessão à modalidade de consórcio do milho com feijão guandu resultou em melhor composição bromatológica pelos menores baixos teores de fibra maior teor de nutrientes digestíveis totais.

Palavras-chave*:* *Cajanus cajan*, Cerrado, *Zea mays*, pastagens.

Introdução

O interesse pelo cultivo consorciado de plantas produtoras de grãos com forrageiras tropicais em sistema plantio direto (SPD) tem aumentado significativamente, tanto por parte de técnicos quanto de produtores das regiões caracterizadas com inverno seco (Borghi e Crusciol, 2007). Fato este evidenciado pela manutenção de quantidade adequada de resíduos vegetais sobre o solo, principalmente nas condições dos cerrados brasileiros, que é mais difícil em função do clima, que proporciona decomposição rápida e dificuldade de produção na entressafra (Muraishi et al., 2005).

Borghi *et al*. (2007), avaliando aspectos produtivos da *U. brizantha* cv. Marandu, durante o período de consorciação do milho e após a colheita de grãos em sistema plantio direto (SPD) concluíram que com o decorrer do período de consórcio, a *Urochloa* diminuiu sua produção de folhas, colmos e bainhas, porém, após a colheita de grãos, a forrageira apresenta grande potencial de rebrota.

O consórcio é versátil e pode atender às diferentes características dos produtores, tanto para produção de grãos quanto para a produção de silagem com mais proteína, no caso do consórcio com leguminosas, bem como para produção de palha para cobertura do solo, e com índices de lucratividades superiores em relação a monocultivos (Santos *et al*., 2011). Este sistema de consórcio com leguminosas foi denominado sistema Santa Brígida, e representa uma alternativa para o produtor implementar a fixação biológica de nitrogênio no sistema de produção, que consiste em uma das metas do Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), lançado pelo governo federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

As leguminosas destacam-se por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N_2, e sua baixa relação C/N, aliada à grande presença de compostos solúveis, favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta (Ferreira *et al*. 2011; Partelli *et al*., 2011), além disso, segundo Silveira *et al.* (2005), as leguminosas desempenham um papel fundamental como fornecedoras de nutrientes quando o sistema plantio direto está estabilizado, uma vez que as plantas dessa família têm a vantagem de prontamente disponibilizar nutrientes para culturas sucessoras, em virtude da rápida decomposição dos seus resíduos.

É interessante destacar que a utilização de espécies forrageiras leguminosas em consórcio com a cultura do milho foi avaliada com resultados positivos para a produtividade de grãos (Heinrichs *et al*., 2005; Nunes *et al*., 2006). Esse destaque para o milho reside no fato dele ser o principal cereal produzido no Brasil, ocupando uma área de 13,8 milhões de hectares, o que representa 27,5% da área semeada com culturas anuais na safra 2010/11 (Conab, 2012).

Algumas espécies de leguminosas têm sido avaliadas por diversos autores quanto à produção de fitomassa e fornecimento de nutrientes ao solo, quando cultivadas em consórcio com milho ou no monocultivo (Heinrichs *et al*., 2005; Carneiro *et al*., 2008). Além disso, o manejo de plantas daninhas também é eficiente no consórcio de milho em relação aos tratamentos não capinados, sendo uma importante ferramenta para cultivos orgânicos (Oliveira *et al*., 2011).

A maioria dos trabalhos que avaliam os consórcios com milho se atêm ao estudo da produtividade de grãos, não priorizando a produtividade de massa seca e a composição

bromatológica da forrageira em sucessão (Leonel *et al.*, 2009). Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos de milho, de massa seca e a qualidade bromatológica do capim-marandu em sucessão ao milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e/ou feijão guandu anão em área de sequeiro.

Material e Métodos

Local e condições edafoclimáticas

O trabalho foi realizado durante os anos agrícolas de 2013/14 e 2014/15 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS. As coordenadas geográficas aproximadas são de 51° 22' Oeste de Greenwich e 20° 22' Sul e 335 metros de altitude. O solo da localidade é um Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa. A precipitação média anual local de 1.370 mm, com temperatura e umidade do ar (médias anuais) de 23,5 °C, 70 a 80%, respectivamente. Os valores mensais de precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máxima, média e mínima da área de cultivo durante a condução do experimento com milho em consórcio com *Urochloa* e/ou feijão guandu anão, nos dois anos agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), constam nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

O solo contido na amostra composta, originada das vinte amostras simples da área experimental foi destinado às análises químicas para fins de fertilidade e apresentou de 0 a 0,10 m: P $_{resina}$ (mg dm^{-3}) de 62; M.O. (g dm^{-3}) de 21; pH em $CaCl_2$ de 4,8; K, Ca, Mg, H+Al e Al (mmol$_c$ dm^{-3}) de 1,6; 12; 10; 38 e 3, respectivamente; S-SO_4 de 5 mg dm^{-3}; V% de 38; Cu, Fe, Mn e Zn de 2,6; 26; 21 e 1,2 mg dm^{-3}, respectivamente; e de 0,10 a 0,20 m: P $_{resina}$ (mg dm^{-3}) de 17; M.O. (g dm^{-3}) de 16; pH em $CaCl_2$ de 4,4; K, Ca, Mg, H+Al e Al (mmol$_c$ dm^{-3}) de 1; 7; 6; 47 e 8, respectivamente; S-SO_4 de 15 mg dm^{-3}; V% de 23; Cu, Fe, Mn e Zn de 2,4; 19; 18,5 e 0,4 mg dm^{-3}, respectivamente.

Condições experimentais

O delineamento experimental utilizado, foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2 e com seis repetições, sendo duas modalidades de consórcio simultâneo na semeadura: MB) milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e MBG) milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e feijão guandu anão, em dois momentos de colheita dos grãos de milho (grãos úmidos e secos) em dois anos agrícolas (2013/14 e 2014/15).

Com objetivo de caracterizar o solo inicialmente, isto é, antes da semeadura dos consórcios, efetuou-se um levantamento da situação de sua fertilidade (Raij *et al.*, 2001) nas camadas de 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m; bem como da sua resistência mecânica à penetração por

penetrômetro de impacto (Stolf, 1991) com correção da umidade gravimétrica nas mesmas camadas, em 5 amostras por parcela. Em função dos resultados da análise de solo foi realizada a aplicação de calcário dolomítico (PRNT = 85%) no solo, na dose de 2,0 t ha^{-1}, no dia 09/10/2013, em superfície e sem incorporação, em virtude do histórico de 10 anos em sistema plantio direto (SPD).

A dessecação da flora daninha da área experimental foi realizada no mesmo dia, visando a formação de palhada para o SPD, utilizando-se o herbicida Glyphosate (1,44 kg ha^{-1} do ingrediente ativo (i.a.)) com posterior ceifa das plantas por meio do triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton). Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por 7 linhas de 0,45 m do milho, com área 3,6 x 21 m (75,6 m^2). Na modalidade MB, o milho foi semeado em consórcio com o capim-marandu mecanicamente por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m.

A densidade de semeadura do milho foi em torno de 3,0 sementes por metro, almejando uma população em torno de 66.000 plantas por hectare, com o Híbrido Simples DKB 390 YG recomendado para a região. Na modalidade MBG, o feijão guandu anão foi semeado logo após a semeadura do milho, nas entrelinhas, no espaçamento de 0,45 m, utilizando-se 6 a 8 sementes por metro. Portanto, o espaçamento entre linhas de milho e do feijão guandu anão foi de 0,45 m, em linhas alternadas. Como adubação de semeadura, nos dois anos agrícolas foram aplicados 350 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16 aplicados nas linhas do milho.

As sementes de *Urochloa* foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, no espaçamento de 0,45 m utilizando-se aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (VC de 72%). Desta forma, as sementes do capim se localizaram abaixo das sementes de milho e/ou do feijão guandu anão, seguindo as recomendações de Kluthcouski *et al*. (2000), com o objetivo de retardar a emergência da gramínea forrageira em relação às culturas produtoras de grãos a fim de diminuir a provável competição das espécie no período inicial de desenvolvimento da cultura.

A semeadura das espécies dos consórcios foi realizada nos dias 12/12/2013 e 06/12/2014, respectivamente para o 1º e 2º anos agrícolas. As adubações de cobertura foram realizadas nos dias 08/01/2014 para o primeiro ano e 09/01/2015 no segundo ano, ambas na dose de 100 kg ha^{-1} de ureia.

Para a avaliação da produtividade de grãos úmidos, o milho foi colhido com 28% de umidade, respectivamente nos dias 08/03/2014 e 09/03/2015, para o primeiro e segundo anos agrícolas (após o aparecimento da camada negra). Os grãos secos apresentaram teor de umidade inferior a 20% nos dias 07/04/2014 (primeiro ano) e 08/04/2015 (segundo ano), datas onde

foram determinadas a produtividade de grãos nas parcelas (corrigidas para 13% de umidade). Para a análise de produtividade de grãos, foram avaliadas as 3 linhas centrais, tomando-se os 5 metros centrais de linha.

Trinta dias após a colheita do milho tanto para grãos úmidos quanto para secos, foi efetuado um corte de homogeneização com auxílio de roçadora motorizada, a uma altura média em relação ao solo de 0,25 m. Esse manejo teve por objetivo estimular o perfilhamento basal da forrageira. Assim, após essa operação, o material ainda permaneceu sobre a superfície do solo. Trinta dias após o corte de homogeneização, e também, a cada 30 dias após cada corte (07/05/2014, 07/06/2014, 07/07/2014 e 07/08/2014 para GU e 07/06/2014, 07/07/2014 e 07/08/2014 para GS; 08/05/2015, 08/06/2015, 08/07/2015 e 08/08/2015 para GU e 08/06/2015, 08/07/2015 e 08/08/2015 para GS), foram coletados 1 m^2 das parcelas (média de 3 amostras por parcela), para determinação da massa fresca e posterior massa seca (estufa a 65ºC até massa constante) para moagem e realização das análises.

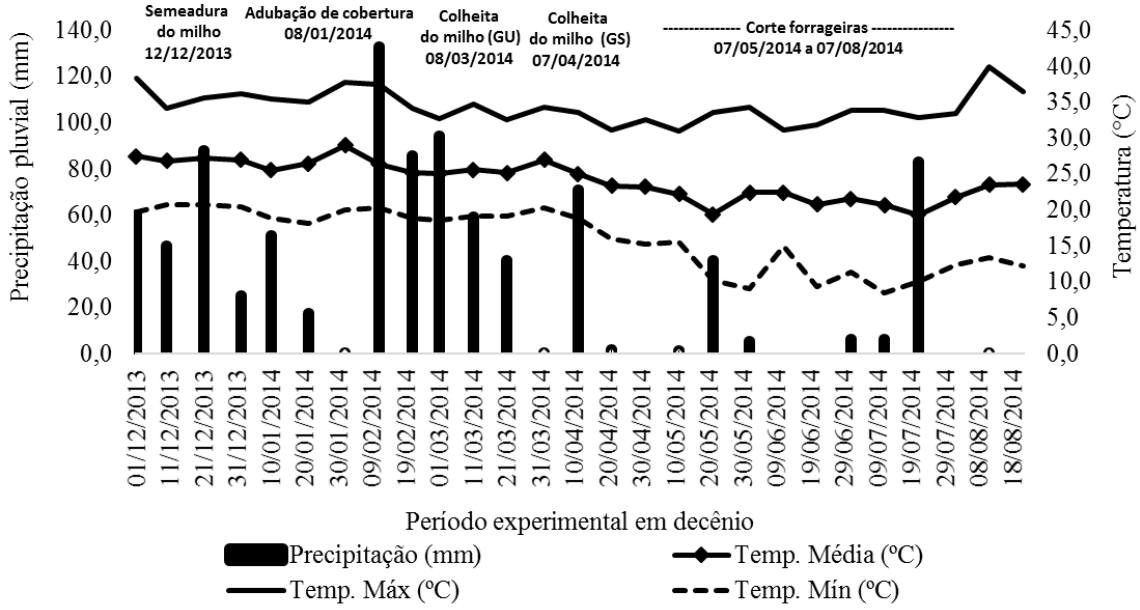

Figura 1 Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução do experimento do milho colhido para grãos úmidos (GU) e secos (GS) em consórcio com forrageira do gênero *Urochloa* e feijão guandu anão e forrageira na safra 2013/14. Selvíria – MS.

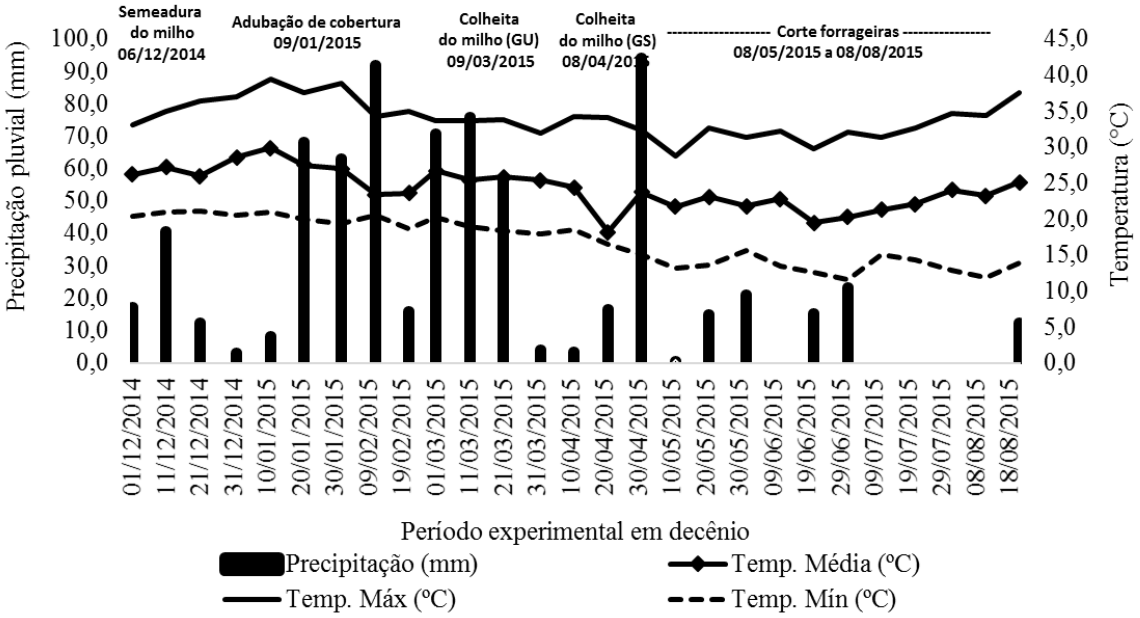

Figura 2 Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução do experimento do milho colhido para grãos úmidos (GU) e secos (GS) em consórcio com forrageira do gênero *Urochloa* e feijão guandu anão e forrageira na safra 2014/15. Selvíria – MS.

Análises

Das amostras vegetais (massa seca), após moagem foram enviadas ao laboratório para determinação dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL = FDA – LIG), hemicelulose (HEM = FDN – FDA), lignina (LIG) e cinzas (CZ). Tais determinações seguiram metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) e Campos et al. (2004), além do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Cappelle et al., 2001) (Equação 1).

$$\mathbf{NDT = 83,79 - 0,4171 \times FDN} \qquad (1)$$

Análises estatísticas

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em função do nível de significância do teste F, foi efetuada a comparação de médias por meio do teste Tukey à 5% de significância.

Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados os teores bromatológicos de *Urochloa brizantha*, após a colheita do milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (MB) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu/feijão guandu anão (MBG) nos dois momentos de colheita do milho (GU e GS) em dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15).

Observa-se que a forragem no consórcio MB, apresentou maior teor de FDN, FDA e HEM, já o consórcio MBG apresentou maior teor de NDT, e os demais componentes bromatológicos não apresentaram diferença significativa entre os consórcios. Com relação aos momentos de colheita, observa-se que houve maior teor de CEL na forragem, no momento de colheita do milho para GS, os demais componentes bromatológicos não apresentaram diferenças significativas para momento de colheita. Com relação aos anos, observa-se que no primeiro ano, a forrageira apresentou maior teor de HEM, CZ e NDT, enquanto que no segundo ano, maior teor de FDN, FDA, CEL, LIG e DIVMS (Tabela 1).

Tabela 1 Produtividade de grãos de milho em consórcio e componentes bromatológicos do capim-marandu após o consórcio com milho e/ou feijão guandu anão (MB e MBG) em dois momentos de colheita do milho (GU e GS) e dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15). Selvíria - MS.

Consórcio	**PG (kg ha^{-1})**	**PB (%)**	**FDN (%)**	**FDA (%)**	**CEL (%)**	**HEM (%)**	**LIG (%)**	**CZ (%)**	**NDT (%)**	**DIVMS (%)**
MB	5498	12,30a	65,71a	40,03a	33,47a	25,20a	5,09a	9,63a	56,38b	72,91a
MBG	4871	12,84a	63,46b	39,77b	32,67a	23,50b	5,02a	9,76a	57,32a	73,49a
Momento de colheita										
GU	6304	12,71a	64,23a	39,70a	32,60b	24,15a	4,93a	9,77a	56,99a	73,74a
GS	4064	12,43a	64,94a	40,11a	33,54a	24,54a	5,18a	9,62a	56,70a	72,66a
Ano										
2013/14	6416	12,80a	63,83b	32,81b	28,05b	30,53a	3,12b	9,94a	57,16a	71,37b
2014/15	3953	12,33a	65,34a	46,98a	38,09a	18,16b	6,99a	9,45b	56,53b	75,03a
D.M.S	**731**	**0,65**	**1,41**	**1,22**	**0,83**	**0,65**	**0,36**	**0,38**	**0,59**	**2,32**
C.V	**16,11**	**12,76**	**5,39**	**7,53**	**6,16**	**6,63**	**17,59**	**9,86**	**2,55**	**7,81**

*Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); **MBG Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão). ***GU (momento de colheita do grão úmido de milho); GS (momento de colheita do grão seco de milho).

Na Tabela 2 encontram-se os desdobramentos para os valores de PG do milho por efeito de consórcios (MB e MBG) e momento de colheita (GU e GS); consórcios (MB e MBG) e anos (2013/14 e 2014/15).

Quando se compara os consórcios dentro do momento de colheita do milho, observa-se que a PG de milho foi maior em ambos consórcios no momento de colheita para GU, e quando se compara o momento de colheita para GU, observa-se que a produtividade de grãos foi maior no consórcio MB. Com relação aos consórcios dentro dos anos, observa-se que em ambos os consórcios a produtividade de grãos foi maior no primeiro ano. Quando se compara os anos dentro dos consórcios, observa-se que no primeiro ano, a PG proveniente do consórcio MB foi maior em relação a PG proveniente do consórcio MBG, e no segundo ano não apresentou diferença significativa entre as modalidades de consórcios (Tabela 2).

Tabela 2 Desdobramento da interação consórcios e momento de colheita do milho; consórcio e ano, da análise de variância referente a produtividade de grãos úmidos (GU) e secos (GS) de milho (kg ha^{-1}). Selvíria - MS.

	Momento de colheita	
Cons.**	**GU**	**GS**
MB	7027aA	3968aB
MBG	5581bA	4160aB
D.M.S	1034	1034
	Ano	
Cons.**	**2013/14**	**2014/15**
MB	7334aA	3662aB
MBG	5497bA	4245aB
D.M.S	1034	1034

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão).

A produtividade de massa seca do capim-marandu, após a colheita dos grãos úmidos e secos de milho em consórcio com *Urochloa* e/ou feijão guandu, está apresentada na Tabela 3. Observa-se que de forma geral, o momenro de colheita do milho (GU e GS) não inteferiu na produtividade de massa seca total do capim-marandu, com exceção no primeiro ano, no momento de colheita do milho para GS, na modalidade de consórcio MB, que apresentou maior PMS de capim-marandu (Tabela 3).

Tabela 3 Produtividade de massa seca (kg ha^{-1}) do capim-marandu após a colheita de grãos úmidos e secos de milho em consórcio.

Colheita do milho***	Modalidade de consórcio**	Corte da Forragem (kg MS ha^{-1})				
		2013/14				
		07/05	**07/06**	**07/07**	**07/08**	**Total**
GU	MB	3400	3400	5736	3376	15.912a
08/03/2014	MBG	4080	2272	5392	3888	15.632a
D.M.S		-	-	-	-	4519
C.V		-	-	-	-	16,32
GS	MB	-	4480	6976	3368	14.824a
07/04/2014	MBG	-	2840	6180	2520	11.540b
D.M.S		-	-	-	-	1283
C.V		-	-	-	-	5,55
		2014/15				
		08/05	**08/06**	**08/07**	**08/08**	**Total**
GU	MB	5227	1646	4940	3212	15.025a
09/03/2015	MBG	3330	1502	3627	3967	12.426a
D.M.S		-	-	-	-	3170
C.V		-	-	-	-	10,27
GS	MB	-	3608	2762	1595	7.965a
08/04/2015	MBG	-	2718	2793	1557	7.068a
D.M.S		-	-	-	-	1586
C.V		-	-	-	-	9,38

*Médias seguidas das mesmas letras nas colunas dentro de ano e de modalidade de consórcio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); **MBG Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão).***GU (momento de colheita do grão úmido de milho);***GS (momento de colheita do grão seco de milho).

O desdobramento da interação consórcio e momento de colheita da análise de variância referente a produtividade de massa seca da forrageira (kg ha^{-1}) em dois anos, encontra-se na Tabela 4. Observa-se que no primeiro ano, a PMS da forragem proveniente do consórcio MBG no momento de colheita do milho para GU, foi maior em relação ao momento de colheita para GS. Quando se compara o momento de colheita do milho dentro de consórcio, observa-se que no momento de colheita para GS, houve maior PMS da forragem para a modalidade de consórcio MB. Com relação ao segundo ano, ambos os consórcios no momento de colheita do milho para GU, apresentaram maior PMS de forragem em relação ao momento de colheita do milho para GS, e no momento de colheita do milho para GU, a PMS da forragem proveniente do consórcio MB foi maior em relação a modalidade de consórcio MBG. As demais interações não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4).

Tabela 4 Desdobramento da interação consórcio e momento de colheita da forrageira da análise de variância referente a produtividade de massa seca da forrageira em dois anos (kg ha^{-1}). Selvíria - MS.

Cons.**	**Momento de colheita (2013/14)**	
	GU	**GS**
MB	15.912aA	14.824aA
MBG	15.632aA	11.540bB
D.M.S	2283	2283
Cons.**	**Momento de colheita (2014/15)**	
	GU	**GS**
MB	15.025aA	7.965aB
MBG	12.426bA	7.068aB
D.M.S	2084	2084

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão).

Discussão

Observa-se que para os componentes bromatológicos das forrageiras, a forrageira proveniente do consórcio MB, apresentou-se mais fibrosa, isso ocorreu, provavelmente devido ao menor acúmulo de N nesta área, porém, não interferiu nos teores de PB, NDT e DIVMS (Tabela 1). A forrageira apresentou-se mais fibrosa também no segundo ano em relação ao primeiro, apresentando maiores teores de FDN, FDA, CEL e LIG, isso ocorreu, por que no segundo ano, devido a maior quantidade de chuvas e temperaturas altas (Figura 2), a forrageira desenvolveu-se mais, acumulando mais colmos (capim-marandu) e consequentemente apresentando-se mais fibrosa, porém, os teores NDT e a DIVMS não foram prejudicados pelo aumento dos teores de fibra na forrageira, provavelmente, devido ao elevado teor de PB.

Segundo Leite e Euclides (1994), o valor nutritivo de uma espécie forrageira é influenciado pela fertilidade do solo, condições climáticas, idade fisiológica e manejo a que está submetida. O valor nutritivo também é avaliado pela digestibilidade e pelos seus teores de PB e de parede celular, características estreitamente relacionadas com o consumo de MS. A qualidade da forragem depende de seus constituintes e estes são variáveis, dentro de uma mesma espécie, de acordo com a idade e parte da planta, fertilidade do solo, entre outros. O baixo valor nutritivo das forrageiras está associado ao reduzido teor de PB e de minerais e ao alto conteúdo de fibra e à baixa digestibilidade da MS (van Soest, 1994). O teor de proteína bruta e aceitabilidade pelos animais associado com satisfatória produtividade de massa seca, são fatores importantes na escolha de uma cultivar para implantação da pastagem (Maranhão *et al.*, 2009).

Os valores nutritivos das gramíneas tropicais durante o período de seca são baixos. Na maioria das vezes, os teores de PB não atingem o valor mínimo de 7,0%, que são limitantes à

produção animal, por implicarem redução da digestibilidade e menor consumo voluntário (Costa *et al.*, 2005), além disso, valores mais elevados de minerais (CZ) são importantes, pois no geral, as gramíneas tropicais apresentam deficiências e concentrações limitadas desses elementos (Pedreira e Berchielli, 2006).

Na presente pesquisa foi observado que, os teores de PB ficaram acima dos 7% relatados por van Soest (1994) como mínimo para manutenção da população de microrganismos do rúmen de bovinos. De acordo com Costa et al. (2005), foi observado que no mês de junho, o teor de PB foi de 9,8% e em julho caiu para 7%.

Conforme Silva e Queiroz (2002), 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. Os teores de FDN, foram superiores a 60%, ou seja, acima do limite relatado por van Soest (1994), sendo que teores abaixo de 60% ocorre maior consumo de MS pelos ruminantes. Os teores de FDA também foram altos, com valores superiores a 30%, limite relatado por van Soest (1994). Teores de FDA abaixo de 30% é o ideal para maior digestibilidade de MS pelos ruminantes. O segundo ano apresentou elevada precipitação pluvial, com melhor distribuição das chuvas associada às altas temperaturas (Figura 2), o que contribuiu para o maior crescimento das forrageiras, associado a altos teores de fibras. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Thiago *et al.* (2000), que durante um período de dois anos, em sistemas de pastejo rotacionado, obtiveram teores de FDA de 34,4 % para o capim-marandu.

Para os teores de NDT, estes estão dentro dos encontrados por Benett *et al.*, (2008), que encontraram valores na ordem de 54% para o capim-marandu. Com relação ao teores de DIVMS, observa-se que de forma geral, ficaram acima de 50%, ou seja, acima do limite relatado por van Soest (1994) no qual ocorre maior digestibilidade da MS no rúmen de bovinos. Altas temperaturas promovem rápido crescimento e desenvolvimento da folha, que aumenta o teor dos componentes da parede celular e, como consequência, também a participação desse componente na matéria seca total da planta. Segundo Wilson (1983), esses efeitos estão negativamente correlacionados com a DIVMS. Gerdes *et al*. (2000) constataram, teores de DIVMS no período do outono, em torno de 70%, semelhante aos da presente pesquisa, e concluíram que em geral, as estações outono e inverno proporcionam DIVMS em torno de 6,9 maior que na primavera e no verão no capim-marandu. Entretanto, na presente pesquisa, apesar do capim-marandu ter-se apresentado fibroso, sua digestibilidade ficou acima de 70%, isso ocorreu, provavelmente devido ao elevado teor de PB, na ordem de 12%, como citado anteriormente, pois, de acordo com Moore e Mott (1973), a digestibilidade das forrageiras

tropicais se situa entre 55 e 60%, podendo diminuir, se a concentração de proteína bruta da forragem for da ordem de 4 a 6% (Moore e Mott, 1973), e aumentar com elevados teores de PB.

Segundo McWilliam (1978), a temperatura ideal para o crescimento das gramíneas de clima tropical varia de 30ºC a 35ºC enquanto que de 10ºC a 15ºC o crescimento é praticamente nulo, o que provocaria a estacionalidade na produção de forragem. Cardoso (2001) relata que temperaturas noturnas abaixo de 15ºC não permitem atividade metabólica satisfatória e formação de tecidos da parte aérea de forrageiras tropicais. Além disso, baixas temperaturas e o menor número de horas de luz determinam mudanças fisiológicas na forrageira, desencadeando o processo reprodutivo e afetando o crescimento, no entanto, apesar de ser período de entressafra, estas temperaturas não foram observadas na presente pesquisa (Figuras 1 e 2). De acordo com Vilela (2012), a produtividade de massa seca da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, varia de 10 a 17 t de MS ha^{-1} por ano. Na presente pesquisa, foram encontrados valores que variam de 7 a aproximadamente 16 t ha^{-1}, porém, esta produtividade foi encontrada no período de 4 meses, no período de entressafra, ou seja, acima dos valores relatados por Vilela (2012). A alta produtividade desta forrageira, ocorre principalmente, pela eficiência do capim-marandu no aproveitamento residual dos fertilizantes aplicados nos cultivos anuais, além da sua adaptação aos solos tropicais ácidos, os quais predominam nas regiões de Cerrado e tolerância à cigarrinha (Argel *et al*., 2007).

Com relação ao momento de colheita do milho para grãos úmidos (GU) e grãos secos (GS), a forrageira apresentou no primeiro ano para o consórcio MBG e no segundo ano para ambos os consórcios, maior produtividade de MS após a colheita do milho para silagem de grão úmido (GU) (Tabela 4), mostrando assim, que a produtividade de MS das forrageiras podem ser superiores após a retirada antecipada da cultura anual, permanecendo por mais tempo na área, produzindo mais e possibilitando assim, maior tempo de pastejo pelos animais.

No momento de colheita do milho para GS, observa-se que de forma geral, a produtividade de grãos (PG) foi menor (Tabela 2), isso ocorreu, devido a grande quantidade de chuvas no intervalo entre a colheita de milho para GU e para GS, principalmente no segundo ano (Figura 2). O que favoreceu o surgimento de fungos e apodrecimento das espigas, contribuindo assim, para queda na produtividade de grãos secos do milho.

Trabalhos com o cultivo consorciado de milho e *U. brizantha* demonstram a viabilidade deste sistema de produção. Os resultados da presente pesquisa não corroboram com os de Cobucci *et al.* (2001), que relataram que a presença da forrageira não afeta a produtividade de grãos de milho. Porém, em alguns casos, houve necessidade da aplicação de nicossulfuron, em subdoses, para reduzir o crescimento da forrageira e garantir pleno desenvolvimento do milho,

no entanto, na presente pesquisa, as forrageiras foram semeadas numa profundidade maior que o milho para evitar possível competição.

É importante destacar que as leguminosas possuem elevado teor de N e podem beneficiar a cultura do milho. A decomposição dos nódulos também disponibiliza nitrogênio para o milho no consórcio (Bonetti, 1991). Senaratine *et al.* (1995) afirmam que essa capacidade de disponibilização de nitrogênio no solo pelas leguminosas, entretanto, é bastante variável entre cultivares. Segundo Weber e Mielniczuk (2009) e Santos *et al*. (2010), na ausência de fertilização nitrogenada, o uso de leguminosas como culturas antecessoras aumenta a produtividade do milho. De acordo com Silva *et al.* (2006), na ausência de adubação nitrogenada, as maiores produtividades de milho foram obtidas quando a cultura antecessora foi uma leguminosa ou nabo forrageiro, contudo deve-se destacar que no presente trabalho a leguminosa não foi antecessora e sim implantada em consórcio com o milho, competindo por fatores de produção durante seus ciclos.

Conclusões

Independente da modalidade de consórcio a colheita de grãos úmidos de milho para silagem minimiza as perdas por fatores climáticos, em relação à colheita para grãos secos, além de proporcionar maior produtividade de massa seca de capim-marandu em sucessão.

O consórcio do milho com capim-marandu e feijão guandu prejudicou a produtividade de grãos úmidos de milho e massa seca de capim-marandu em sucessão.

O capim-marandu em sucessão à modalidade de consórcio do milho com feijão guandu resultou em melhor composição bromatológica pelos menores teores de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), e maior teor de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Agradecimentos

Á FAPESP pela bolsa de estudo concedida. Processo 2013/17862-5, e pelo auxílio a pesquisa concedida: Processo nº 2014/09165-5.

Referências

ARGEL, P. J., MILES, J. W., GUIOT, J.D., CUADRADO, H. and Lascano, C.E. (2007) *Cultivar Mulato II (Brachiaria híbrida CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos*. Cali: CIAT.

CARDOSO, G.C. (2001) *Alguns fatores práticos da irrigação de pastagens*. In: Simpósio de produção de gado de corte, 2., Viçosa, 2001. Anais... Viçosa: UFV. p. 243-260.

BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. *Plano agrícola e pecuário 2010-2011*. Brasília, DF, 2010. 48p.

BENETT, C.G.S., BUZETTI, S., SILVA, K.S., BERGAMASCHINE, A.F., FABRICIO, J.A. (2008) Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia,* **32**,1629-1636.

BORGHI, E. and CRUSCIOL, C.A.C. (2007) Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Urochloa brizantha* no SPD. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **42**,163-171.

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

CALVO, C.L., FOLONI, J.S.S. and BRANCALIÃO, S.R. (2010) Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. *Bragantia***, 69,**77-86.

CARNEIRO, M.A.C., CORDEIRO, M.A.S., ASSIS, P.C.R., MORAES, E.S., PEREIRA, H.S., PAULINO, H.B. and SOUZA, E.D. (2008) Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de Cerrado. *Bragantia***, 67**, 455-462.

CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira: décimo segundo levantamento, setembro de 2011*. Disponível em: Acesso em: 24 nov. 2011.

COSTA, K.A.P., ROSA, B., OLIVEIRA, I.P., CUSTÓDIO, D.P. and SILVA, D.C.E. (2005) Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência Animal Brasileira*, **6**, 187-193.

COBUCCI, T., KLUTHCOUSKI, J. and AIDAR, H. (2001) 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 Antonio de Goiás. Anais. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.125-135. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 123).

FERREIRA, E.P.B., STONE, L.F., PARTELLI, F.L. and DIDONET, A.D. (2011) Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,* **15**, 695- 701.

GERDES, L., WERNER, J.C., COLOZZA, M.T., POSSENTI, R.A. and SCHAMMASS, E.A. (2000) Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia, 29*:955-963.

KLUTHCOUSKI, J., COBUCCI, T., AIDAR, H., YOKOYAMA, L.P., OLIVEIRA, I.P., COSTA, J.L.S., VILELA, L., BARCELLOS, A.O. and MAGNABOSCO, C.U. (2000) *Sistema Santa Fé – Tecnolgia*

*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).

LEONEL, F. P., PEREIRA, J. C., COSTA, M. G., MARCO JÚNIOR, P., LARA, L.A. and QUEIROZ, A. C. (2009) Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **38**,177-189.

MC WILLIAM, J.R. (1978) *Response of pasture plants to temperature*. In: WILSON, J. R. (Ed.). Plant relation in pasture. Melbourne: CSIRO. p. 17-34.

MARANHÃO, C.M.A., SILVA, C.C.F., BONOMO, P. and PIRES, A.J.V. (2009) Produção e composição bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31,117-122.

MOORE, J.E. and MOTT, G.O. (1973) Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. Anti quality components of forages. Madison: CSSA, Special publication, n.4, p.53-98.

MURAISHI, C.T., LEAL, A.J.F., LAZARINI, E., RODRIGUES, L.R. and GOMES JÚNIOR, F.G. (2005) Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. *Acta Scientiarum Agronomy*, **27**,193-198.

NUNES, H.V., SILVA, I.F., BRUNO, R.L.A., BARROS, D.I. and PEREIRA, W.E. (2006) Influência de sistemas de culturas, mucuna-preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, **28**,6-12.

OLIVEIRA, A.M., SILVA, P.S.L., ALBUQUERQUE, C.C., AZEVEDO, C.M.S.B. and CARDOSO, M..J. and OLIVEIRA, O.F. (2011) Weed control in corn via intercropping with gliricidia sown by broadcasting. *Planta Daninha*, **29,**535-543.

PARTELLI, F.L., VIEIRA, H.D., FERREIRA, E.P.B., VIANA, A.P., ESPINDOLA, J.A.A. and BODDEY, S.U.R.M. (2011) Biologic dinitrogen fixation and nutrient cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. *Semina: Ciências Agrárias*, **32**,995-1006.

PEDREIRA, M. S. and BERCHIELLI, T.T. Minerais. (2006) In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep. p. 333-350.

RAIJ, B. VAN., ANDRADE, J.C., CANTARELLA, H. and QUAGGIO, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. (2001) Campinas, Instituto Agronômico, 284p.

SANTOS, N.B., TARSITANO, M.A.A., ARF, O. and MATEUS, G.P. (2009) Análise econômica do consórcio feijoeiro e milho-verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **8**,1-12.

SANTOS, P.A.; SILVA, P.; CARVALHO, M.A. and CAIONE, G.A. (2011) Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **9,**123-134.

SENARATINE, R., LIYANAGE, N.D.L. and SOPER, R.J. (1995) Nitrogen fixation and N transfer from Cowpea, mungbean and groundnut when intercropped with maize. *Fertilizer Research*, **40**,41-48.

SILVA, D. J. and QUEIROZ, A.C. (2002) Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV.

SILVA, D.A., VITORINO, A.C.T., SOUZA, L.C.F., GONÇALVES, M.C. and ROSCOE, R. (2006) Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, **5**,75-88.

SILVEIRA, P.M., BRAZ, A.J.B.P., KLIEMANN, H.J. and ZIMMERMANN, F.J.P. (2005) Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira,* **40,**377-381.

SOEST, P.J. VAN. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. New York: Cornell University, 476 p.

STOLF, R. (1991) Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **15**,229-235.

TEODORO, R.B., OLIVEIRA, F.L., SILVA, D.M.N., FÁVERO, C. and QUARESMA, M.A.L. (2011) Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do alto vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **35**,635-643.

VAN SOEST, P.J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Cornell University. New York. 476 pp.

VILELA, H. (2012) Seleção de plantas forrageiras, implantação de adubação. 2 ed. Viçosa MG: Aprenda Fácil, 111p.

VITOR, C.M.T., FONSECA, D.M., CÓSER, A.C., MARTINS, C.E., NASCIMENTO JÚNIOR, V. and RIBEIRO JÚNIOR, J.I. (2009) Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **38**,435-442.

WEBER, M. A. and MIELNICZUK, J. (2009) Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo,* **33**,429-437.

WILSON, J.R. (1983) Effects of water stress on in vitro dry matter digestibility and chemical composition of herbage of tropical pasture species. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, **34**,377-390.

CAPÍTULO 3

Elaborado conforme as normas do Periódico "Pesquisa Agropecuária Brasileira-PAB"

Produção de silagem de milho e feijão em sucessão em cerrado de baixa altitude

Resumo – Além da diversificação das atividades e recuperação dos solos degradados ou em processo de degradação, as culturas em consórcio também podem ser utilizadas para produção de silagem. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de massa seca e massa verde do milho consorciado com *Urochloa* e/ou feijão guandu anão, em área irrigada, e avaliar o efeito da palhada sobre a produtividade do feijão de inverno em sucessão. O trabalho foi realizado durante os anos agrícolas de 2013/14 e 2014/15, em área de Cerrado de baixa altitude. O solo da localidade é um Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa e a precipitação média anual local de 1.370 mm. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com seis repetições, sendo duas modalidades de consórcios: (MB) milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e (MBG) milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu anão; em duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m em relação ao nível do solo) para ensilagem e dois anos agrícolas. Independente da modalidade de consórcio, a maior altura de colheita do milho para silagem (0,45m) tem efeito negativo na produtividade da massa de milho e do capim-marandu, refletindo em maior proporção de grãos na massa seca total. A maior altura de colheita do milho para silagem e a modalidade de consórcio com capim-marandu e feijão guandu proporcionaram maior produtividade de feijão em sucessão.

Termos de indexação: *Cajanus cajan*, *Zea mays*, plantio direto.

Corn silage production consortium and winter bean crops in succession

Abstract - In addition to the diversification of activities and restoration of degraded soils or in the degradation process, the consortium cultures can also be used for silage. The objective was to evaluate the dry matter yield and green mass of maize intercropped with *Urochloa* and / or pigeonpea dwarf in irrigated area, and evaluate the effect of mulch over winter bean productivity in succession. The work was carried out during the crop years 2013/14 and 2014/15, in low altitude Cerrado area. The location of the soil is a Oxisoil, clayey and the local average annual rainfall of 1,370 mm. The experimental design was a randomized block in factorial 2 x 2 x 2 with six replications and two types of consortia: (MB) maize intercropped with *Urochloa brizantha* cv. Marandu and (MBG) maize intercropped with *Urochloa brizantha* cv. Marandu and dwarf pigeon pea; two harvesting times (0,20 and 0,45 m above ground level) for silage and two growing seasons. Regardless of the consortium mode, the largest corn harvest for silage height (0.45m) has a negative effect on the mass productivity of maize and marandugrass, reflecting a higher proportion of grain in the dry mass. The greater height of harvesting corn for silage and the consortium mode with marandugrass and pigeonpea provided higher bean yield in succession.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*, Cerrado, *Zea mays*, tillage.

Introdução

No Brasil, a área cultivada com milho essa cultura foi de 15,1 milhões de ha na safra 2011/2012, correspondendo à produção de 72,8 milhões de toneladas, com produtividade média de 4.818 kg ha^{-1} (Conab, 2012). Entretanto, apesar da importância da cultura, sua produtividade ainda é considerada baixa, uma vez que há relatos de que o potencial produtivo da cultura é de 19.113 kg ha^{-1} (Assis et al., 2006). Entre os fatores que mais têm alterado a produtividade de milho, destacam-se o clima, o manejo nutricional, a fertilidade do solo, as práticas culturais, o potencial genético das cultivares e o manejo de pragas e doenças (Amado et al., 2002).

O milho é a planta forrageira mais indicada para ensilagem, tendo em vista sua alta capacidade produtiva e valor nutritivo. No Brasil, a produtividade é em média de 35 t ha^{-1} de forragem verde, produção considerada baixa, sendo que o ideal para se obter menor custo é alcançar produtividades acima de 40 t ha^{-1} (Evangelista & Lima, 2000). Contudo, oscilações na altura de corte, no momento da colheita, podem interferir na quantidade e qualidade da silagem, pois cortes mais altos em relação ao nível do solo podem reduzir o teor de fibras e incrementar a digestibilidade do material vegetal, ao passo que cortes mais baixos, além de incrementar a produção e o teor de fibras, exportam mais nutrientes nos colmos e folhas senescentes que poderiam incrementar a quantidade de palha no solo e melhorar a eficiência do SPD

A integração lavoura-pecuária (ILP) praticada em sistema plantio direto (SPD) constitui-se em uma das melhores alternativas para se conduzir os sistemas agrícolas tropicais rumo à sustentabilidade, podendo resultar em diversidade de produção, maiores retornos econômicos e melhoria das condições ambientais de cultivo (Garcia et al., 2008; Carvalho et al., 2010; Nascente & Crusciol, 2012). O interesse pelo cultivo

consorciado de plantas produtoras de grãos com forrageiras tropicais em SPD tem aumentado significativamente, tanto por parte de técnicos quanto de produtores das regiões caracterizadas com inverno seco (Borghi & Crusciol, 2007).

Tem-se, ainda, constatado um crescente uso de espécies forrageiras perenes para a produção de cobertura do solo, como as do gênero *Urochloa*, devido ao sistema radicular profundo e vigoroso, pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento, grande produção de biomassa e alta persistência na superfície do solo (Kluthcouski et al. 2000; Santos et al. 2007; Oliveira et al. 2011; Nascente et al. 2012).

O consórcio é versátil e pode atender às diferentes características dos produtores, tanto para produção de silagem com mais proteína, no caso do consórcio com leguminosas, quanto para produção de palha para cobertura do solo, e com índices de lucratividades superiores em relação a monocultivos (Santos et al., 2011).

A utilização de espécies forrageiras leguminosas em consórcio com a cultura do milho tem sido avaliada pela pesquisa, com resultados positivos para o milho (Nunes et al., 2006). Esses consórcios também representam diversificação de palhadas de cobertura do solo para o SPD, visto que a utilização de espécies de alta relação entre carbono e nitrogênio pode ocasionar imobilização temporária do N no solo (Oliveira, 2010).

O sistema de consorciação de milho com adubos verdes, especificamente as espécies feijão guandu (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), foi denominado Sistema Santa Brígida (Oliveira, 2010). Esse sistema representa uma alternativa para o produtor implementar a fixação biológica de N no sistema de produção, que consiste em uma das metas do Programa de Agricultura de Baixa

Emissão de Carbono (Programa ABC), lançado pelo governo federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

Após a colheita das gramíneas e/ou leguminosas em consórcio, pode-se usar a palhada residual para culturas sucessoras, como por exemplo, o feijão. O feijoeiro ocupa importante lugar na agricultura, pois consiste na base da alimentação da população brasileira, entretanto, são poucas as pesquisas realizadas com a cultura do feijão que relatam seu desenvolvimento nos diferentes sistemas integrados de produção. Assim, é importante o conhecimento da técnica de plantio direto da cultura do feijoeiro, não só como uma necessidade agronômica, mas, sobretudo, social e econômica, para se obter uma agricultura sustentável e com menos impactos negativos ao ambiente.

No SPD, a decomposição da palhada de cobertura, incorporando-se, gradualmente, à matéria orgânica do solo, proporciona melhoria na estrutura e fertilidade do solo (Padovan et al. 2006). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de massa seca e massa verde do milho consorciado com *Urochloa* e/ou feijão guandu anão, em área irrigada, e avaliar o efeito da palhada sobre a produtividade do feijão de inverno em sucessão.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado durante os anos agrícolas de 2013/14 e 2014/15, em área experimental irrigada (pivô central) pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS. As coordenadas geográficas aproximadas são de 51° 22’ Oeste de Greenwich e 20° 22’ Sul e 335 metros de altitude. O solo da localidade é um Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa,

de acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2013), sendo a precipitação média anual local de 1.370 mm, com temperatura e umidade do ar (médias anuais) de 23,5 °C, 70 a 80%, respectivamente. Os valores mensais de precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máxima, média e mínima da área de cultivo durante a condução do experimento com milho em consórcio com *Urochloa* e/ou feijão guandu anão e do feijão em sucessão nos dois anos agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), constam nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

A área experimental apresentava um histórico de SPD de cinco anos. Assim, antes da instalação do experimento (05/12/2013 e 09/10/2014, respectivamente para o 1º e 2º anos agrícolas), foi realizada a dessecação da flora daninha visando a formação de palhada para continuidade do SPD, utilizando-se o herbicida Glyphosate (1560 g ha^{-1} do i.a.), com posterior ceifa com triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton).

O solo contido na amostra composta, originada das vinte amostras simples da área foi destinado às análises químicas para fins de fertilidade e apresentou a seguinte caracterização química inicial na camada de 0 a 0,20 m: pH ($CaCl_2$) = 5,5; M.O. = 24 g dm^{-3}; H+Al = 26,5 $mmol_c$ dm^{-3}; P $_{resina}$ = 33 mg dm^{-3}; K^+, Ca^{2+} e Mg^{2+} = 2,5; 33,0 e 25,0 $mmol_c$ dm^{-3}, respectivamente e V=69%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com seis repetições. Os tratamentos foram representados pelo cultivo de consorciado de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (MB) e com capim-marandu/feijão guandu anão (MBG), em duas alturas de colheita das plantas de milho para silagem (0,20 e 0,45 m do nível do solo) por dois anos agrícolas consecutivos (2013/14 e 2014/15).

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por 7 linhas de milho espaçadas em 0,45 m, com área de 3,6 x 21 m (75,6 m^2). No tratamento MB, o milho foi semeado em consórcio com o capim-marandu mecanicamente por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m.

A densidade de semeadura do milho foi em torno de 3,0 sementes por metro, almejando uma população em torno de 66.000 plantas por hectare. Foi utilizado o Híbrido Simples DKB 390 YG recomendado para a região em ambos os anos agrícolas. No tratamento MBG, o feijão guandu anão foi semeado logo após a semeadura do milho, no espaçamento de 0,45 m, utilizando de 6 a 8 sementes por metro, com uso da cultivar IAPAR 43.

O espaçamento entre linhas do milho e do guandu anão foi de 0,45 m, em linhas alternadas. As culturas foram semeadas nos dias 12/12/2013 e 06/12/2014, respectivamente nos 1º e 2º anos agrícolas. Como adubação de semeadura do milho foram utilizados 350 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16, em ambos os anos. A adubação nitrogenada de cobertura do milho foi realizada nos dias 08/01/2014 e 09/01/2015, respectivamente para o 1º e 2º anos, sendo utilizados 100 kg ha^{-1} de ureia.

As sementes de capim-marandu foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, no espaçamento de 0,45 m utilizando-se aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (VC de 72%), em ambos os anos agrícolas. Desta forma, as sementes do capim se localizaram abaixo das sementes de milho, seguindo as recomendações de Kluthcouski et al. (2000), com o objetivo de retardar sua emergência em relação à cultura produtora de grãos,

reduzindo a provável competição da espécie forrageira no período inicial de desenvolvimento da cultura.

O milho para silagem foi colhido quando os grãos estavam no estádio farináceo duro, nos dias 17/03/2014 (primeiro ano) e 03/03/2015 (segundo ano), nas respectivas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m do nível do solo). Foram avaliadas as 3 linhas centrais dos consórcios, tomando-se os 5 metros centrais de linha para avaliação de produtividade de massa verde e posterior massa seca das espécies em consórcio. As forrageiras foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante para determinação da produtividade de massa seca.

Após a dessecação das plantas remanescentes com herbicida Glyphosate (1560 g ha^{-1} do i.a.), visando a formação de palhada para continuidade do SPD, as semeaduras do feijoeiro de inverno em sucessão foram realizadas nos dias 03/06/2014 e 17/06/2015, respectivamente nos 1º e 2º anos de cultivo, sendo utilizada a cultivar Pérola em ambos os anos, com uso de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo haste (facão) para SPD, com espaçamento de 0,45 m e aproximadamente 15 sementes por metro de sulco, seguindo o mesmo delineamento experimental dos consórcios anteriores. Na adubação de semeadura foram utilizados, em ambos os anos, 200 kg ha^{-1} da fórmula 0-20-20. Nos dias 04/07/2014 e 16/07/2015 foram realizadas as adubações nitrogenadas de cobertura do feijão, utilizando-se de 70 kg ha^{-1} de N (ureia).

Com relação às avaliações na cultura do feijão de inverno, foram realizadas por ocasião do florescimento leituras indiretas do teor foliar de clorofila (leituras ICF) nos dias 28/07/2014 e 18/08/2015, respectivamente no primeiro e segundo anos de cultivo, utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker). As leituras foram feitas no

terceiro trifólio completamente desenvolvido, a partir do ápice da planta, com uma média de 10 leituras por folíolo, em cinco plantas/parcela.

No momento da colheita foram avaliados os componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do feijão (04/09/2014 e 21/09/2015 no primeiro e segundo ano, respectivamente). Para tanto, foram coletadas as plantas contidas nas quatro linhas centrais com 2 m de comprimento de cada parcela (área útil), onde foi determinada a população de plantas, contando-se as plantas contidas na área útil de cada parcela e extrapoladas para 1 ha. Também foram coletadas dez plantas aleatoriamente por unidade experimental e determinados: a altura de inserção da primeira vagem, o número total de vagens por planta, o número médio de grãos por vagem e a massa de 100 grãos (13% de base úmida). Para determinação da produtividade de grãos, todas as plantas da área útil da parcela foram colhidas, trilhadas mecanicamente, os grãos pesados, e posteriormente calculada e extrapolada para kg ha^{-1} e corrigidos para o teor de 13% de umidade.

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em função do nível de significância do teste F, foi efetuada a comparação de médias por meio do teste Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, constata-se a produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS) do milho, *Urochloa* e feijão guandu, produtividade de massa seca total (PMST), produtividade de grãos de milho (PG kg ha^{-1}) e proporção das forrageiras na silagem, em dois consórcios (MB e MBG), duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m) e dois anos agrícolas consecutivos (2013/14 e 2014/15). Observa-se que tanto a PMV

quanto a PMS do milho, de forma geral, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, com exceção da PMV na altura de colheita de 0,20 m que obteve maior PMV em relação a altura de colheita de 0,45 m, e no segundo ano, que foi maior em relação ao primeiro. Estes resultados corroboram com o trabalho desenvolvido por Costa (2011), no qual foi constatado que a PMS do milho solteiro não foi diferente do milho consorciado com *Urochloa* e *Calopogonium muconoides*, mostrando assim, que a leguminosa não interfere na PMS do milho irrigado, assim como observado na presente pesquisa.

É importante destacar, que o milho para silagem, foi colhido com teor de 41 a 52% de matéria seca (%MS), ou seja, acima do recomendado pela literatura, que é de 35%. Isso ocorreu, devido ao longo intervalo de preciptação (Figuras 1 e 3), consequentemente, houve atrasado na colheita do milho, favorecendo o elevado teor de MS. Altos teores de MS (acima de 40%) exigem maior potência do equipamento que realiza a colheita para manter o tamanho da partícula uniforme. Além desses fatores, quando o grão atinge a maturidade fisiológica, a digestibilidade do amido decresce, principalmente em cultivares que apresentam textura de grãos do tipo duro. O teor de matéria seca é considerado um dos mais importantes fatores que contribuem para a obtenção de uma boa silagem. Para se conseguir silagens com teor adequado de matéria seca, as plantas devem ser cortadas com os grãos entre na fase farináceo duro. No entanto, dependendo da cultivar e das condições edafoclimáticas, a planta de milho apresenta um gradiente de maturação com diferentes velocidades (CRUZ et al., 2008). Por outro lado, teores de MS abaixo de 30% estão relacionados com menor produção de MS, perdas de matéria seca por lixiviação, baixa qualidade da silagem e redução no consumo por animais (LAUER, 1996).

A PMV de *Urochloa* foi maior no consórcio MB e no segundo ano, mostrando assim, que o guandu anão em área irrigada, pode interferir na PMS de *Urochloa*, o mesmo ocorreu com a PMS da *Urochloa*, porém, a PMS foi maior também na altura de colheita de 0,20 m (Tabela 1), devido a maior quantidade de material retirado da área.

Portanto, de forma geral, verifica-se baixa PMS de *Urochloa*, isso ocorreu, devido ao elevado desenvolvimento do milho e do feijão guandu, que sombrearam o capim-marandu determinando ganho na competição por água, luz e nutrientes, além de que, o capim foi semeado mais profundamente para evitar sua competição com as demais plantas, retardando assim sua emergência e prejudicando seu desenvolvimento inicial. Resultados semelhantes foram obtidos por Foloni et al. (2009), em que o potencial de germinação e emergência da *U. brizantha* foi diminuído pela deposição das sementes abaixo de 0,05 m no solo e pela mistura destas ao adubo de semeadura, porém, os indivíduos remanescentes apresentaram PMS superior, pela maior oferta de nutrientes.

Com relação a PMV e PMS do feijão guandu anão, observa-se que não houve diferença significativa para as alturas de colheita. Já no segundo ano, houve maior PMV e PMS em relação ao primeiro ano (Tabela 1). Isso ocorreu, devido as temperaturas mais altas no segundo ano (Figura 3) que influenciaram no seu desenvolvimento, além de que, o milho apresentou ponto de colheita para silagem alguns dias antes no segundo ano em relação ao primeiro, assim, pode ter contribuído para o maior desenvolvimento do guandu anão. Ainda na Tabela 1, observa-se que a PG de milho não foi influenciada pelos consórcios (MB e MBG), mostrando assim, que o feijão guandu anão não intefere na PG do milho.

Na presente pesquisa, os resultados encontrados para PMS de milho consorciado com *Urochloa brizantha* (MB), são superiores aos obtidos por Chioderoli et al. (2010), que trabalharam com milho safrinha consorciado com *U. brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, semeadas na linha e entrelinha do milho, sob pivô central, e observaram produtividades de 9.652 e 9.031 kg ha^{-1} de massa seca de milho (PMS) respectivamente, para os tratamentos com *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, valores estes, abaixo dos encontrados na presente pesquisa, que foram de 28.603 kg ha^{-1} e 27.508 kg ha^{-1} para o milho consorciado com *U. brizantha* e *U. brizantha*/feijão guandu anão, respectivamente (Tabela 1). Demonstrando assim, que o consórcio proporciona resultados diferentes em função dos cultivares utilizados e principalmente por efeito climático.

Na Tabela 1, também está apresentada a proporção da fração vegetativa do milho, a proporção de grãos, *Urochloa* e feijão guandu anão na PMST, observa-se que houve elevada participação da fração vegetativa do milho (59-63%), os grãos ficaram entre 29 e 35% da PMST, a *Urochloa* teve baixa participação, com 0,56 a 1,14%, bem como o feijão guandu anão, com 0,89 a 9,25%. A baixa participação de *Urochloa* e feijão guandu anão, se deve, por que nesta fase da cultura do milho, a competição por luz inibe o crescimento das forrageiras. Em trabalho realizado por Nussio et al. (2001) foi constatado participação de grãos na silagem de 32 a 46%, sendo esta variação de acordo com o clima e o ano agrícola.

Na Tabela 2 encontram-se as médias de altura de inserção da primeira vagem (AIV) e dos componentes de produção (População de plantas – PP, Número de vagens por planta – NVP, Número de grãos por planta – NGP e Massa de 100 grãos – M100G), produtividade de grãos (PG) e Índice de clorofila foliar do feijão (ICF), sob plantio

direto nas áreas dos consórcios do milho (MB e MBG), colhidos para silagem em duas alturas (0,20 e 0,45 m) e nos dois anos agrícolas consecutivos (2013/14 e 2014/15).

Observa-se que na altura de colheita das forrageiras a 0,45 m, o feijão apresentou maior PP. Com relação aos anos, no segundo ano, a AIV, NVP e M100G foram superiores em relação ao primeiro ano. A PG do feijão, foi maior após o consórcio MBG, na altura de colheita de 0,45 m e no segundo ano, isso ocorreu, provavelmente devido a maior quantidade de palha nestes tratamentos, sendo que no consórcio MBG sobrou 416 kg ha^{-1} a mais de palha na área em relação ao consórcio MB, bem como para a altura de corte de 0,45 m que sobrou 2.595 kg ha^{-1} a mais em relação a altura de corte de 0,20 m e no segundo ano que sobrou 2.418 kg ha^{-1} a mais em relação ao primeiro ano.

Estes resultados, corroboram com, Garcia et al. (2003), que também verificaram a influência de plantas de cobertura sobre os componentes de produção da cultura do feijoeiro de inverno, e as produtividades de grãos variaram em razão da cultura precedente. Wutke et al. (1998) avaliaram o efeito residual de culturas graníferas e adubos verdes sobre a produtividade do feijoeiro irrigado, e estas foram de 1.826 kg ha^{-1} após o milho e de 1.672 kg ha^{-1} em sucessão ao guandu, produtividades estas abaixo das encontradas na presente pesquisa, que foi ao redor de 3.000 kg ha^{-1}. Avaliando a rotação de culturas e adubação verde sobre a produtividade do feijoeiro de inverno, Arf et al. (1999) observaram que a incorporação de mucuna preta praticamente dobrou a produtividade de grãos em relação ao tratamento com incorporação apenas de palhada de milho. As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos com incorporação de mucuna-preta, lab-lab e milho mais mucuna-preta semeada 100 dias após a semeadura do milho, e a aplicação de 45 kg ha^{-1} de N aumentou em 17,8% a

produtividade do feijoeiro. Contudo, os resultados diferenciais com o plantio direto dependem da umidade do solo ou da quantidade de água aplicada na irrigação.

Por outro lado, de acordo com Mullins et al. (1988), não há diferença na produtividade do feijoeiro, nos diversos sistemas de manejo do solo, enquanto Silva et al. (1996) e Merten (1994), citados por Kluthcouski et al. (2000), mencionam a superioridade do plantio direto na produtividade dessa cultura. Apesar das escassas pesquisas conduzidas com a cultura do feijão em sistemas integrados de produção, Mullins et al. (1988) e Landers (1995) mencionaram que não há diferença na produtividade do feijoeiro nos diversos sistemas de manejo do solo, enquanto Siqueira et al. (1993) obtiveram melhores produtividades desta leguminosa no manejo com aração. Superioridade do plantio direto na produtividade do feijoeiro foi observada por Silva et al. (1996) e Merten (1994). Enquanto que Silveira e Silva (1996) e Urchei (1966) também observaram ligeira superioridade do plantio direto sobre o manejo convencional do solo na produtividade do feijão, principalmente sob irrigação, no período de inverno.

Na cultura do feijoeiro, os resultados são contrastantes no que se refere ao manejo do solo. De acordo com Silva et al. (2004) e Silva (2005), não há diferença na produtividade de grãos do feijoeiro entre diversos sistemas de manejo do solo (convencional, mínimo e direto). Kluthcouski et al. (2000); Silveira et al. (2001) e Soratto et al. (2003) obtiveram melhores resultados quando a leguminosa foi cultivada sobre solo com preparo convencional. No entanto, em muitas situações tem sido possível obter maiores produtividades em sistema de plantio direto (Urchei, 1996; Stone & Silveira, 1999). Segundo Stone & Moreira (2001), a produtividade do feijoeiro sob sistema de plantio direto aumenta com o passar do tempo.

Com relação ao número de vagens por planta, há resultados que comprovam a superioridade da semeadura direta (Stone & Moreira, 2000) como também há pesquisas que evidenciam o contrário (Santos et al., 1997; Stone & Moreira, 2001; Soratto et al., 2003). Quanto ao número de sementes por vagem, tem sido observada, em alguns casos, ausência de influência do sistema de cultivo (Soratto et al., 2003; Silva et al., 2004), enquanto que outros, melhores resultados para a semeadura direta em relação ao preparo convencional do solo (Stone & Moreira, 2000; Arf et al., 2004). Da mesma forma, têm sido observadas maiores produtividades tanto no preparo convencional (Sampaio et al., 1989; Siqueira, 1989; Soratto et al., 2003) quanto na semeadura direta (Stone & Silveira, 1999), como também há resultados que mostram ausência de influência do sistema de cultivo sobre a produtividade de grãos desta cultura (Silva et al. 2004).

Ainda na Tabela 2, encontra-se o índice de clorofila foliar (ICF) do feijão em SPD sob as palhadas de milho, *Urochloa* e/ou feijão guandu anão dos consórcios, nos dois anos agrícolas consecutivos. Constata-se que não houve diferença significativa para o ICF tanto para nas modalidades dos consórcios quanto para altura de colheita das forrageiras antecessoras. Porém, no primeiro ano, o ICF foi superior em relação ao segundo ano (Tabela 2), isso provavelmente ocorreu, por que no segundo ano havia maior quantidade de palhada residual das culturas antecessoras, propiciando com isso maior imobilização microbiana do N aplicado na adubação. Desta forma, pode ter ocorrido menor biossíntese do pigmento clorofila (MALAVOLTA et al., 2001).

Conclusões

Independente da modalidade de consórcio, a maior altura de colheita do milho para silagem (0,45m) tem efeito negativo na produtividade da massa de milho e do capim-marandu, refletindo em maior proporção de grãos na massa seca total.

A maior altura de colheita do milho para silagem e a modalidade de consórcio com capim-marandu e feijão guandu proporcionaram maior produtividade de feijão em sucessão.

Agradecimentos

Á FAPESP pela bolsa de estudo concedida. Processo 2013/17862-5, e pelo auxílio a pesquisa concedida: Processo nº 2014/09165-5.

Referências

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

ARF, O.; RODRIGUES, A.F.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 131-138, 2004.

ASSIS, J. P.; NETO, D.D.; NASS, L.L.; MANFRON; P.A.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; MARTIN, T. N. Simulação estocástica de atributos do clima e da produtividade potencial de milho utilizando-se distribuição triangular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 539-543, 2006.

BIAGI, J.D.; SILVA, L.O.N.; MARTINS, R.R. IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DOS GRÃOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. IN: Simpósio latino-americano de nutrição animal e seminário sobre tecnologia da produção de rações, 11., 1996, CAMPINAS, SP. **Anais**... CAMPINAS: CBNA, 1996. P.21-45

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

BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. **Plano agrícola e pecuário 2010-2011**. Brasília, DF, 2010. 48p.

CAPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.30, p.1837-1856, 2001.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de Cerrado. **Bragantia,** v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; LOPES, M. L. T.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; WESP, C. L.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Levantamento da produção de grãos: safra 2011/12.

COSTA, P.M. **Consórcio capim-braquiária, milho e leguminosas: produtividade, qualidade das silagens e desempenho animal.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Diamantina: UFVJM, 2011. 57 p.

CRUZ, J.C.; ISRAEL FILHO, A.P.; GONTIJO NETO, M.M. **Qualidade da silagem de milho em função do teor de matéria seca na ocasião da colheita.** Circular Técinca, Sete Lagoas-MG, 2008.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens: do cultivo ao silo**. Lavras: UFLA, 2000. 196 p.

FOLONI, J. S. S.; CUSTÓDIO, C. C.; POMPEI, F. P.; VIVAN, M. R. Instalação de espécie forrageira em razão da profundidade no solo e contato com fertilzante formulado NPK. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.1, p.7-12, 2009.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 579-585, 2008.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BACELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de 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 Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular técnica, 38).

LAUER, J, Harvesting silage at the correct moisture, **Wisconsin Crop Manager**, v,3, n,24, p,142-143, 1996.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MULLINS, C. A.; TOMPKINS, F. D.; PARKS, W. L. Effects of tillage methods on soil nutrient distribution, plant nutrient absorption, stand and yield of snap beans and lima beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science,** v.113, n.5, p.667-669, 1988.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C.; STONE, L. F. *Brachiaria ruziziensis* and herbicide on yield of upland rice. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 729-735, 2012.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 187-192, 2012.

NUNES, H. V.; SILVA, I. F.; BRUNO, R. L. A.; BARROS, D. I.; PEREIRA, W. E. Influência de sistemas de culturas, mucuna-preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, s/n, p.6-12, 2006.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas** (2001 – Maringá) Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas / Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. – Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. 319P.

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura-**

Pecuária no Cerrado. 2010. 125f. Tese (Doutorado, Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz" – Esalq.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSK, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. C. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1184-1192, 2011.

PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D.; OLIVEIRA, F. L. de; SANTOS, L. A.; ALVES, B. J. R.; SOUTO, S. M. Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.41, n. 4, p.667-672, 2006.

SAMPAIO, G.V; GALVÃO, J.D.; FONTES, L.A.N.; FIGUEIREDO, M. de S.; CARDOSO, A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre o consórcio milho-feijão (Phaseolus vulgaris L.). **Revista Ceres**, v. 36, p. 465-482, 1989

SANTOS, P. A.; SILVA, P.; CARVALHO, M. A.; CAIONE, G. A. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2011.

SANTOS, R. S. M.; OLIVEIRA, I. P.; MORAIS, R. F.; URQUIAGA, S. C.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Componentes da parte aérea e raízes de pastagens de *Brachiaria* spp. em diferentes idades após a reforma, como indicadores de produtividade em ambiente de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** v. 37, n. 2, p. 119-124, 2007.

SANTOS, A.B.; SILVAM O.F.; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 317-327, 1997.

SILVA, M.G. **Sucessão de culturas e preparo do solo no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno**. 2005. 89p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

SILVA, M.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; Rodrigues, R.A.F.; Buzetti, S. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean. **Scientia Agricula**, v. 61, n. 3, p. 307-312, 2004.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J.G. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 36, n.2, p. 257-263, 2001.

SIQUEIRA, N.S. **Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo.** 1989. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

SORATTO, R.P.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; SILVA, T.R.B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n.1, p.89-96, 2003.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.4, p. 835-841, 2000.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.3, p. 473-481, 2001.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.83-91, 1999.

URCHEI, M.A. **Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação**. 1996. 131p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

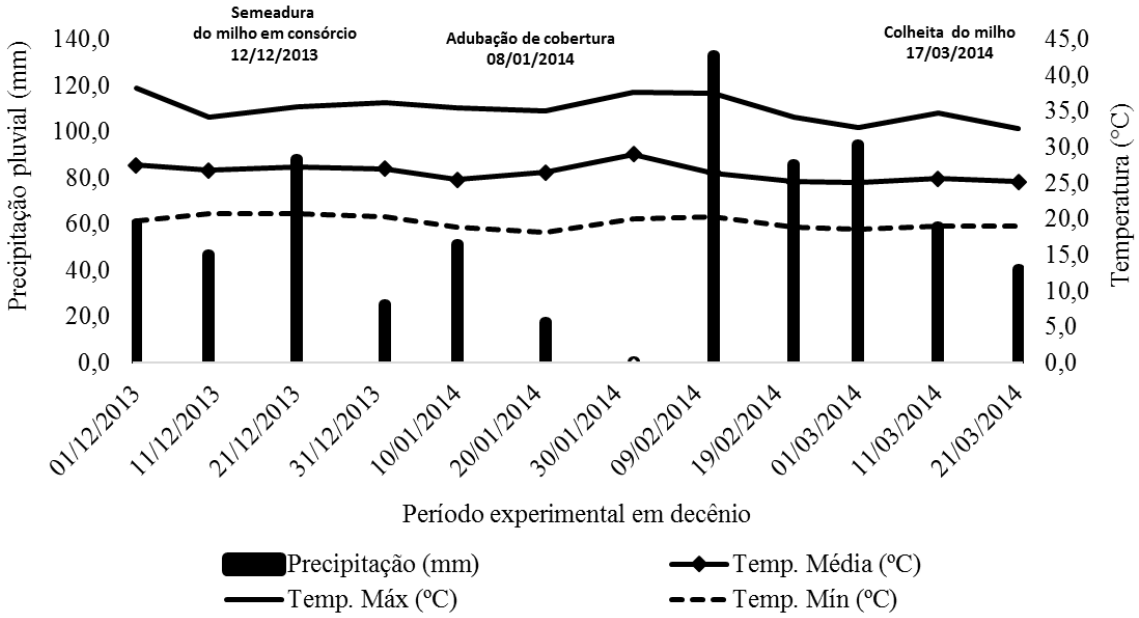

Figura 1. Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução dos experimentos do milho em consórcio *Urochloa* e feijão guandu anão em SPD na safra 2013/14. Selvíria – MS.

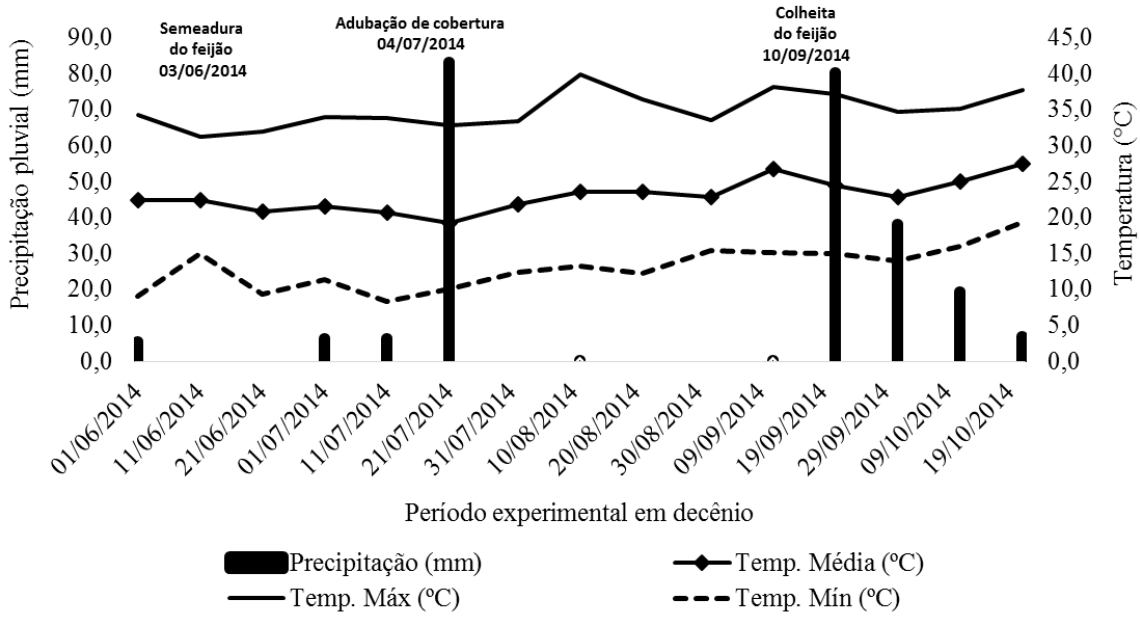

Figura 2. Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução do experimento de feijão em SPD no ano agrícola de 2014. Selvíria – MS.

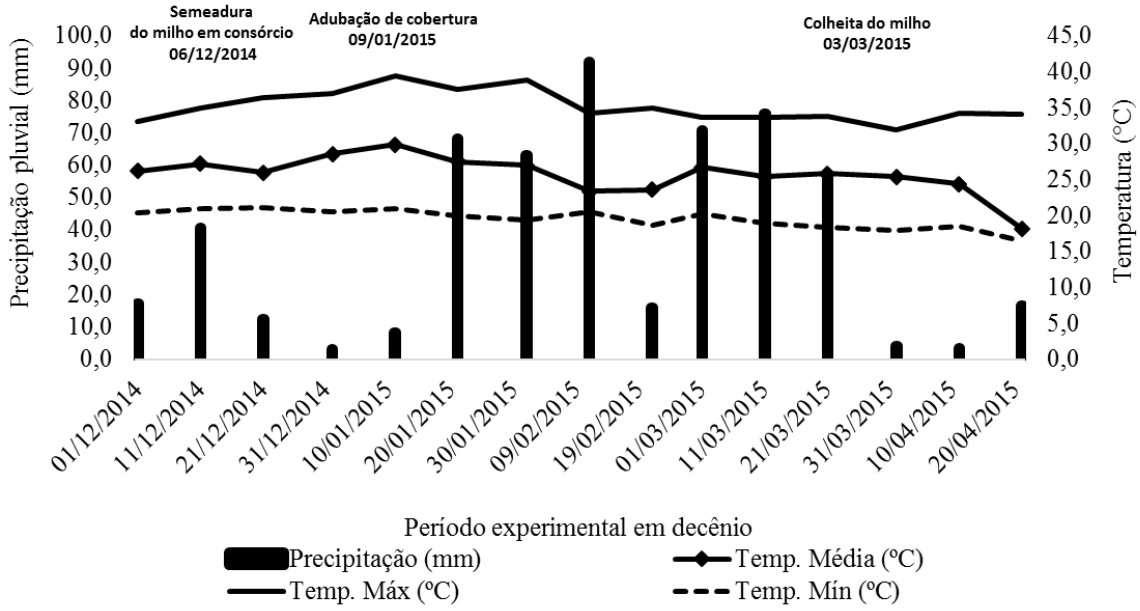

Figura 3. Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução dos experimentos do milho em consórcio *Urochloa* e feijão guandu anão em SPD na safra 2014/15. Selvíria – MS.

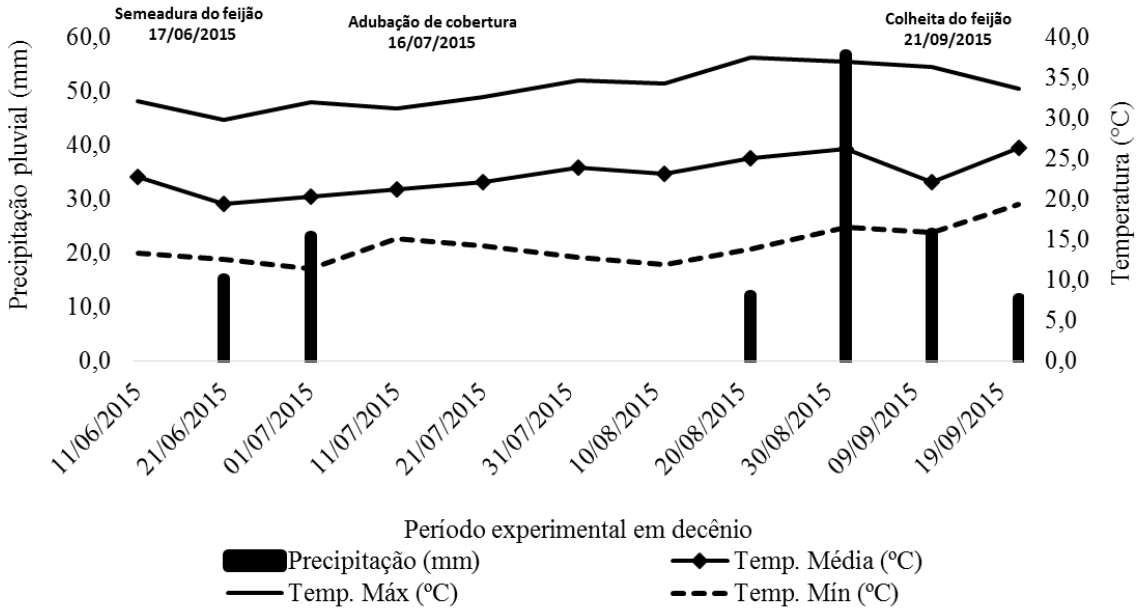

Figura 4. Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução do experimento de feijão em SPD no ano agrícola de 2015. Selvíria – MS.

Tabela 1. Produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS) do milho, *Urochloa* e feijão guandu, produtividade de massa seca total, produtividade de grãos de milho (PG kg ha^{-1}) e proporção da fração vegetativa (FV), grãos e das forrageiras na silagem, em dois consórcios, duas alturas de colheita e dois anos agrícolas consecutivos. Selvíria-MS.

	PMV (kg ha^{-1})			**PMS (kg ha^{-1})**					**----------Proporção (%)----------**			
Consórcio	**Milho**	***Urochloa***	**Guandu**	**Milho**	***Urochloa***	**Guandu**	**PMS total (kg ha^{-1})**	**PG (kg ha^{-1})**	**FV:MST**	**Grãos:MST**	***Urochloa*:MST**	**Guandu:MST**
MB	60918a	3365a	-	28603a	330a	-	28933	10146a	63,79	35,07	1,14	-
MBG	58417a	1575b	4499	27508a	175b	1567	29349	9301a	62,01	31,72	0,52	5,75
Altura de colheita												
0,20 m	69988a	2645a	6762a	28739a	315a	2118a	31172	9872a	60,52	31,67	1,31	6,65
0,45 m	54346b	2296a	2237a	27372b	190b	1015a	28577	9575a	62,28	33,50	0,66	3,56
Ano												
2013/14	53807b	1224b	330b	28222a	162b	255b	28639	10146a	59,73	35,42	0,56	0,90
2014/15	65527a	3717a	8669a	27889a	343a	2879a	31111	9302a	63,12	29,89	1,10	9,26
D.M.S	8532	603	6694	367	81,20	1120	-	861	-	-	-	-
C.V	**16,43**	**14,92**	**38**	**15,04**	**18,87**	**21,15**	**-**	**10,18**	**-**	**-**	**-**	**-**

*médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Consórcio de milho e *Urochloa* colhidos a 0,20 ou 0,45 m de altura); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/feijão guandu anão colhidos a 0,20 ou 0,45 m de altura).

Tabela 2. Altura de inserção da primeira vagem (AIV), população de plantas (PP), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) massa de 100 grãos (M100G), produtividade de grãos (PG) e índice de clorofila foliar (ICF) da cultura do feijão de inverno, cultivado em sucessão ao consórcio de milho com de *Urochloa* e/ou guandu anão, colhidos em duas alturas. Selvíria - MS.

	AIV (cm)	**PP (plantas ha^{-1})**	**NVP**	**NGP**	**M100G (g)**	**PG (kg ha^{-1})**	**ICF**
Cons.**							
MB	19,60a	170485a	15,58a	71,48a	25,21a	2717b	43,47a
MBG	20,52a	177834a	16,38a	76,12a	25,61a	3531a	43,12a
Alturas de colheita							
0,20 m	20,12a	151618b	16,74a	73,98a	25,51a	2918b	43,22a
0,45 m	19,99a	196701a	15,22a	73,62a	25,67a	3293a	43,37a
Ano							
2013/14	18,28b	175751a	14,93b	74,41a	24,73b	2854b	44,17a
2014/15	21,83a	172568a	17,03a	73,19a	26,09a	3130a	39,42b
D.M.S	1,09	9714	1,68	14,08	0,99	280	1,93
C.V	7,47	7,61	14,42	26,03	5,32	15,51	6,11

*médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Feijão sobre a palhada de milho e *Urochloa* colhidos a 0,20 ou 0,45 m de altura); MBG (Feijão sobre a palhada de milho/*Urochloa*/feijão guandu anão.

CAPÍTULO 4

Elaborado conforme as normas do Periódico "Grass and Forage Science"

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE PLANTA INTEIRA DE MILHO EM CONSÓRCIO COM CAPIM-MARANDU E/OU FEIJÃO GUANDU

Resumo

A pecuária brasileira possui vários entraves à produtividade, dentre os quais destacam-se a degradação das pastagens, a escassez de alimento volumoso e/ou a perda do valor nutritivo desse para alimentação de bovinos durante o período seco do ano, principalmente em condições de Cerrado. O presente trabalho teve por objetivo avaliar sob condição irrigada no Cerrado de baixa altitude no período do verão, a qualidade nutricional da silagem de planta inteira de milho, em duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m em relação ao nível do solo), consorciadas com capim-marandu e/ou guandu anão no verão. O trabalho foi realizado em cerrado de baixa altitude, em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com seis repetições, sendo os tratamentos milho em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (MB) e capim-marandu/guandu anão (MBG), em duas alturas de colheita das forrageiras (0,20 e 0,45 m) e dois anos anos consecutivos (2013/14 e 2014/15), para avaliar a produção e valor nutritivo da silagem. A altura de colheita das plantas de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu não interferiu na composição bromatológica da silagem. A modalidade de consórcio do milho com capim-marandu e feijão guandu resulta em maior teor de proteína bruta, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), ácido (NIDA) e da fração fibrosa, com menor digestibilidade in vitro da matéria seca da silagem.

Palavras-chave*:* *Zea mays, Cajanus cajan,* capim-Marandu, consórcio.

Introdução

O milho é considerado padrão para ensilagem, em virtude de suas características fermentativas (Ferreira, 2001). O valor nutritivo da silagem de milho pode variar conforme o híbrido, a densidade de cultivo, as condições de crescimento, a maturidade e a umidade no momento da colheita, o tamanho de partículas e as condições de ensilagem e desensilagem (Velho *et al*., 2006). Os híbridos de milho para ensilagem têm sido selecionados de acordo com seu rendimento e produtividade de grãos, supondo que maior quantidade de grãos, corroboraria a uma maior concentração de energia.

Para produzir silagem de boa qualidade, a forrageira deve ser picada e compactada, e o silo deve ser fechado no menor espaço de tempo possível, mantendo-se as condições anaeróbias

a fim de que as características qualitativas da silagem sejam similares à da forragem verde (Senger *et al.*, 2005). No entanto, a silagem de milho possui algumas limitações no balanceamento das dietas, como baixos teores de proteína bruta (PB). Para contornar esse problema, uma alternativa seria a associação de gramíneas com leguminosas no cultivo, visando a melhoria do seu valor nutritivo. Além disso, espécies utilizadas como adubo verde, principalmente leguminosas, apesar de possuírem menor relação C/N também podem ser incluídas no plano de rotação de culturas em sistema de plantio direto, pois apresentam vantagens a curto prazo, como a liberação de nutrientes durante sua decomposição no solo (Darolt, 1998).

Segundo Silveira *et al*. (2005), as leguminosas desempenham papel fundamental como fornecedoras de nutrientes quando o sistema plantio direto está estabilizado, uma vez que as plantas dessa família têm a vantagem de prontamente disponibilizar nutrientes para culturas sucessoras, em virtude da rápida decomposição dos seus resíduos no solo.

O sistema de consorciação de milho com adubos verdes, especificamente as espécies guandu anão (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), tem sido avaliada pela pesquisa, com resultados positivos para o milho (Nunes *et al*., 2006). Esses consórcios também representam diversificação de palhadas de cobertura do solo para o SPD, visto que a utilização de espécies de alta relação entre carbono e nitrogênio pode ocasionar imobilização temporária do N no solo (Oliveira, 2010). Segundo Curl (1963), a prática de rotação de culturas de gramíneas/leguminosas e o manejo adequado do solo e da água são indispensáveis para reduzir o potencial de inóculo de doenças e assim manter o potencial produtivo das áreas sob irrigação. De acordo com Kluthcouski e Stone (2003), a palhada de capim-marandu, associada aos restos culturais de milho provenientes de cultivo consorciado, ultrapassam 17 t ha^{-1} de MS, mantendo-se suficiente cobertura do solo por mais de 107 dias.

Outra alternativa para aumentar o valor nutritivo, a qualidade da silagem de milho e deixar mais palhada na área para continuidade do SPD, é elevar a altura de corte das plantas no momento da colheita, aumentando, dessa forma, a proporção de grãos no material ensilado, e a quantidade de resíduos vegetais sob o solo. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), no momento da colheita, a planta deve ser cortada a uma altura de 0,10 m do solo, podendo, se preferir, efetuar a colheita a uma altura mais elevada. À medida que se aumenta a altura de colheita, diminui-se o volume da massa ensilada, porém aumenta-se a qualidade do alimento, pela maior participação de grãos no material ensilado, contudo, ainda são escassos estudos nessa linha de pesquisa (Pariz, 2013).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar sob condição irrigada no Cerrado de baixa altitude no período do verão, a qualidade nutricional da silagem de planta inteira de milho,

em duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m em relação ao nível do solo), consorciadas com capim-marandu e/ou guandu anão no verão.

Material e Métodos

Local e condições edafoclimáticas

O trabalho foi realizado durante os anos agrícolas de 2013/14 e 2014/15 em área experimental irrigada (pivô central) pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS. As coordenadas geográficas aproximadas são de 51° 22’ Oeste de Greenwich e 20° 22’ Sul e 335 metros de altitude. O solo da localidade é um Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa, de acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2013). A precipitação média anual local é de 1.370 mm, com temperatura e umidade do ar (médias anuais) de 23,5 °C, 70 a 80%, respectivamente. Os valores mensais de precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máxima, média e mínima da área de cultivo durante a condução do experimento com milho em consórcio com *Urochloa* e/ou guandu anão nos dois anos agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), constam nas Figuras 1 e 2.

Para caracterização inicial da fertilidade do solo na área experimental foram coletadas vinte amostras simples, cuja amostra composta foi destinada às análises químicas e apresentou a seguinte caracterização química na camada de 0 a 0,20 m: pH ($CaCl_2$) = 5,5; M.O. = 24 g dm^{-3}; H+Al = 26,5 $mmol_c$ dm^{-3}; P $_{resina}$ = 33 mg dm^{-3}; K^+, Ca^{2+} e Mg^{2+} = 2,5; 33,0 e 25,0 $mmol_c$ dm^{-3}, respectivamente, e V=69%.

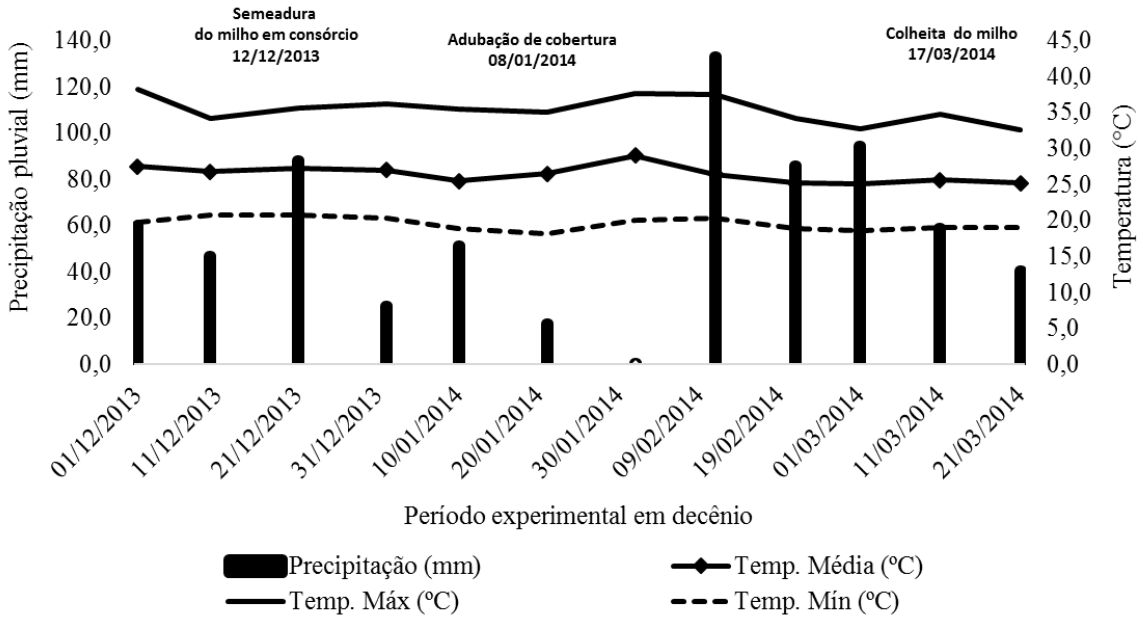

Figura 1 Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução do experimento do milho em consórcio com forrageira do gênero *Urochloa* e guandu anão na safra 2013/14. Selvíria – MS.

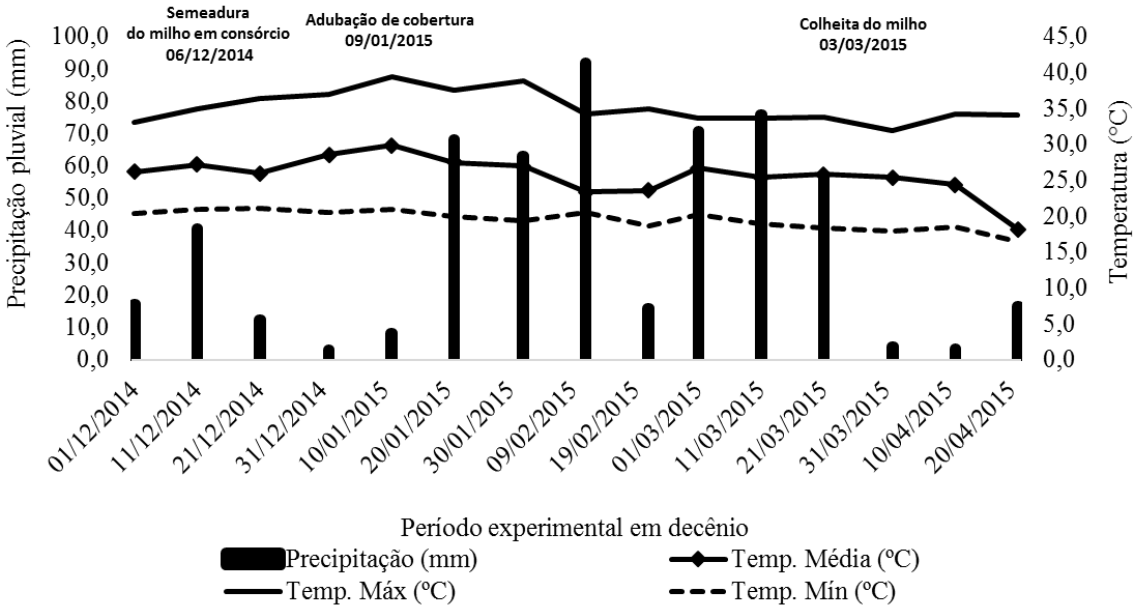

Figura 2 Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (^{0}C) máximas, médias e mínimas durante a condução do experimento do milho em consórcio com forrageira do gênero *Urochloa* e guandu anão na safra 2014/15. Selvíria – MS.

Condições experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com seis repetições. Os tratamentos foram representados pelo cultivo de consorciado de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (MB) e com capim-marandu e feijão guandu anão (MBG), em duas alturas de colheita das plantas de milho para ensilagem (0,20 e 0,45 m do nível do solo), em dois anos agrícolas (2013/14 e 2014/15).

Antes da instalação do experimento (05/12/2013 e 09/10/2014, respectivamente para o 1º e 2º anos agrícolas), em virtude do histórico de 10 anos em sistema plantio direto (SPD), foi realizada a dessecação da flora daninha da área experimental, visando a formação de palhada para o SPD, utilizando-se o herbicida Glyphosate (1,44 kg ha^{-1} do ingrediente ativo (i.a.)) com posterior ceifa das plantas utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton).

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por 7 linhas de milho espaçadas em 0,45 m, com área 3,6 x 21 m (75,6 m^2). No tratamento MB, o milho foi semeado em consórcio com o capim-marandu mecanicamente por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m.

A densidade de semeadura do milho foi em torno de 3,0 sementes por metro, almejando uma população em torno de 66.000 plantas por hectare. No tratamento MBG, o guandu anão foi semeado logo após a semeadura do milho, no espaçamento de 0,45 m, utilizando de 6 a 8 sementes por metro. Portanto, o espaçamento entre linhas de milho e feijão guandu foi de 0,45 m, em linhas alternadas. As culturas foram semeadas nos dias 12/12/2013 e 06/12/2014, respectivamente nos 1º e 2º anos. Como adubação de semeadura foram utilizados 350 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16 em ambos os anos. A adubação nitrogenada de cobertura do milho foi realizada nos dias 08/01/2014 e 09/01/2015, respectivamente para o 1º e 2º anos, sendo utilizados 222 kg ha^{-1} de ureia. O milho foi colhido para ensilagem quando as plantas estavam com 45% de MS, nos dias 17/03/2014 e 03/03/2015 respectivamente nos 1º e 2º anos.

As sementes de *Urochloa* foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, no espaçamento de 0,45 m utilizando-se aproximadamente 7 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (VC de 72%), em ambos os anos agrícolas. Desta forma, as sementes dos capins se localizaram abaixo das sementes de milho e/ou do guandu anão, seguindo as recomendações de Kluthcouski *et al*. (2000), com o objetivo de retardar sua emergência em relação às culturas produtoras de grãos, a fim de diminuir a provável competição da espécie orrageira no período inicial de desenvolvimento da cultura.

Análises

Foram avaliadas as 3 linhas centrais dos consórcios, tomando-se os 5 metros de linha para ensilagem e avaliação de produtividade. Nos dias 17/03/2014 (primeiro ano) e 03/03/2015 (segundo ano), o milho em consórcio foi colhido nas respectivas alturas (0,20 e 0,45 m do nível do solo), quando as plantas estavam com 45% de MS. O material foi picado com o auxílio do triturador em partículas médias de 2,5 cm, armazenado e adequadamente compactado em baldes plásticos, com capacidade para 15 kg de matéria verde, com flanges de silicone adaptados nas tampas para permitir o escoamento de gases e areia no fundo para a recuperação do efluente. Após o enchimento, os baldes foram hermeticamente lacrados com fitas adesivas para evitar a troca de ar com o meio, sendo os silos abertos 60 dias após a vedação.

Antes e após a abertura dos silos, foram retiradas quatro amostras de material vegetal para determinação do teor de MS, e outras quatro amostras foram congeladas em sacos plásticos para posterior análise laboratorial. Nas amostras antes de ensilar, nos dos dois anos consecutivos, foram determinados os teores de MS, carboidratos solúveis (CS) e poder tampão (PT). Após a efermentação do material, na silagem finalizada, foram determinados os teores de porteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), digestibilidade in vitro da matéria seca

(DIVMS), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e neutro (NIDN), conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) e Campos *et al*. (2004). Além do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Cappelle *et al*., 2001) (Equação 1).

$$\mathbf{NDT = - 8{,}0412 + 1{,}1725 \times DIVMS} \quad (1)$$

Análises estatísticas

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em função do nível de significância do teste F, foi efetuada a comparação de médias por meio do teste Tukey a 5% de significância.

Resultados

Composição bromatológica da silagem de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu anão

Os teores de porteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e neutro (NIDN) da silagem de milho consorciado com *Urochloa* e/ou guandu, em duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m) e nos dois anos agrícolas (2013/14 e 2014/15) encontram-se na Tabela 1. Observa-se que, os teores de NDT e DIVMS foram superiores na silagem de milho proveniente do consórcio MB, enquanto que os teores de PB, FDN, FDA, CEL, LIG, NIDA e NIDN, foram maiores na silagem de milho proveniente do consórcio MBG em relação a modalidade de consórcio MB.

As alturas de colheita das forrageiras, de forma geral, não influenciaram na composição bromatológica da silagem, com exceção do NDT e do NIDA, que foram superiores na altura de colheita de 0,20 m (Tabela 1).

Com relação aos dois anos agrícolas, observa-se que os teores de FDN, FDA, CEL e LIG na silagem, foram superiores no primeiro ano, enquanto que os teores de PB, EE, NDT, DIVMS, NIDA e NIDN, foram superiores na silagem do segundo ano.

Tabela 1 Composição bromatológica da silagem de milho em consórcio com milho e *Urochloa brizantha* e/ou feijão guandu anão em duas alturas de colheita e dois anos agrícolas, em área irrigada. Selvíria - MS.

Consórcio**	PB	FDN	FDA	CEL	LIG	EE	NDT	DIVMS	NIDA	NIDN
	----------%----------									
MB	7,05b	41,80b	22,89b	18,90b	2,85b	3,15a	65,37a	69,22a	11,52b	18,74b
MBG	7,94a	50,20a	28,31a	21,27a	5,23a	3,03a	63,10a	66,88b	17,07a	26,38a
Altura de colheita										
0,20 m	7,51a	47,08a	26,10a	20,41a	3,92a	3,59a	63,77a	67,95a	15,08a	22,37a
0,45 m	7,48a	44,92a	25,10a	19,77a	4,16a	3,12a	64,70a	68,16a	13,50b	22,74a
Ano										
2013/14	6,43b	52,78a	29,57a	23,07a	4,63a	2,84b	60,98b	66,82b	11,70b	21,71b
2014/15	8,57a	39,22b	21,63b	17,11b	3,46b	3,34a	67,49a	69,28a	16,90a	23,40a
D.M.S	**0,42**	**3,38**	**1,83**	**1,47**	**0,52**	**0,23**	**4,01**	**1,98**	**1,21**	**1,70**
C.V	**7,59**	**10,00**	**9,76**	**9,97**	**17,30**	**10,44**	**7,19**	**3,97**	**11,57**	**10,15**

*Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. **MB (Consórcio de milho e *Urochloa* colhidos a 0,20 ou 0,45 m de altura em dois anos consectuvos); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão colhidos a 0,20 ou 0,45 m de altura em dois anos consecutivos).

Teores de carboidratos solúveis e de matéria seca do milho antes e após ensilagem e nitrogênio amoniacal e pH na silagem de milho em consórcio.

Os teores de carboidratos solúveis, matéria seca e pH do milho antes e após ensilagem e nitrogênio amoniacal na silagem de milho nas duas modalidades de consórcios, milho consorciado com *Urochloa* e/ou guandu (MB e MBG), em duas alturas de colheita (0,20 e 0,45 m) em dois momentos de ensilagem (Antes e após) e nos dois anos agrícolas (2013/14 e 2014/15), encontram-se na Tabela 2, e os desdobramentos significativos nas Tabelas 3, 4 e 5.

Observa-se que o teor de MS do milho no consórcio MBG foi maior em relação ao milho proveniente do consórcio MB. O teor de MS do milho também foi maior no primeiro ano em relação ao segundo, já os demais tratamentos, não influenciaram no teor de MS do milho (Tabela 2).

Tabela 2 Teores de carboidratos solúveis e de matéria seca do milho antes e após ensilagem e nitrogênio amoniacal e pH na silagem de milho nas duas modalidades de consórcios, duas alturas de colheita e dois anos consecutivos. Selvíria – MS.

Consórcio**	**CHOS**	**MS**	**N-NH_3**	**pH**
		(%)		
MB	10,62	44,48b	4,33	5,03
MBG	11,60	47,68a	4,25	5,01
Alturas de colheita ***				
0,20 m	10,66	44,99a	4,07	4,99
0,45 m	11,56	47,17a	4,50	5,05
Ensilagem****				
Antes	13,95	46,67a	-	6,00
Após	8,63	45,57a	7,24	4,07
Ano*****				
2013/14	11,02	49,20a	5,17	5,21
2014/15	11,22	42,54b	3,28	4,80
D.M.S	**0,41**	**2,48**	**0,84**	**0,07**
C.V	**7,13**	**10,38**	**17,41**	**2,85**

*Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.**MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); MBG (Consórcio de *Urochloa*/milho/guandu anão).***Forrageiras ceifadas a 0,20 e 0,45 m do solo.****Ensilagem do material forrageiro: antes e após.*****Dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15).

O desdobramento da interação consórcio e altura de colheita dos consórcios milho/*Urochloa* e milho/*Urochloa*/guandu anão, da análise de variância referente ao teor de N-

NH_3 (%), encontra-se na Tabela 3. Quando se compara os consórcios na altura de colheita, observa-se que a silagem proveniente do consórcio MBG apresentou maior teor de N-NH_3 na altura de colheita de 0,45 m. Quando se compara a altura de colheita dentro dos consórcios, constata-se que o teor de N-NH_3 nas duas alturas de colheita, foi maior na silagem proveniente do consórcio MB (Tabela 3).

Tabela 3 Desdobramento da interação consórcio e altura de colheita dos consórcios milho/*Urochloa* e milho/*Urochloa*/guandu anão, da análise de variância referente ao teor de N-NH_3 (%). Selvíria - MS.

	Altura de colheita* **	
Consórcio**	**0,20 m**	**0,45 m**
MB	4,88aA	3,77aA
MBG	3,26bB	5,24bA
D.M.S	1,20	1,20

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.**MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão).).***Forrageiras ceifadas a 0,20 e 0,45 m do solo

O desdobramento da interação consórcio e altura de colheita; consórcio e ensilagem; consórcio e ano e altura de colheita e ensilagem dos consórcios milho/*Urochloa* e milho/*Urochloa*/guandu anão, da análise de variância referente ao teor de CHOS total (%), encontram-se na Tabela 4. Na interação consórcio e altura de colheita, observa-se que a silagem proveniente do consórcio MB apresentou maior teor de CHOS na altura de colheita de 0,45 m, e quando se compara as alturas de colheita nas modalidades de consórcios, observa-se que na altura de colheita de 0,20 m, a silagem proveniente do consórcio MBG apresentou maior teor de CHOS em relação a silagem do consórcio MB (Tabela 4).

Na interação consórcio e ensilagem do material (Tabela 4), observa-se que tanto o material proveniente do consórcio MB quanto do MBG apresentaram maiores teores de CHOS total antes de ensilar o material vegetal, e no momento antes de ensilar, a silagem que apresentou maior teor de CHOS total foi a proveniente do consórcio MBG.

Ainda na Tabela 4, quando se compara os anos agrícolas dentro dos consórcios, observa-se que tanto no primeiro quanto no segundo ano, a silagem proveniente do consórcio MBG apresentou maior teor de CHOS total, as demais interações não foram significativas.

Na interação altura de colheita e ensilagem (Tabela 4), observa-se que em ambas alturas de colheita, o teor de CHOS foi maior no momento antes de ensilar. Quando se compara a ensilagem dentro das alturas de colheita, observa-se que antes de ensilar, a altura que propiciou maior teor de CHOS foi na altura de colheita de 0,45 m.

Tabela 4 Desdobramento da interação consórcio e altura de colheita; consórcio e ensilagem; consórcio e ano; altura de colheita e ensilagem dos consórcios milho/*Urochloa* e milho/*Urochloa*/guandu anão, da análise de variância referente ao teor de CHOS total (%). Selvíria - MS.

	Altura de colheita* **	
Consórcio**	**0,20 m**	**0,45 m**
MB	9,59bB	11,47aA
MBG	11,74aA	11,65aA
D.M.S	0,58	0,58
	Ensilagem*** **	
Consórcio**	**Antes**	**Após**
MB	13,20bA	8,38aB
MBG	14,70aA	8,89aB
D.M.S	0,58	0,58
	Ano**** **	
Consórcio**	**2013/14**	**2014/15**
MB	10,56bA	10,70bA
MBG	11,48aA	11,75aA
D.M.S	0,58	0,58
	Ensilagem*** **	
Altura de colheita***	**Antes**	**Após**
0,20 m	13,00bA	8,62aB
0,45 m	14,90aA	8,64aB
D.M.S	0,56	0,56

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.**MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão).***Forrageiras ceifadas a 0,20 e 0,45 m do solo.****Ensilagem do material forrageiro: antes e após.*****Dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15).

O desdobramento da interação consórcio e ano dos consórcios milho/*Urochlo*a (MB) e milho/*Urochloa*/guandu anão (MBG), da análise de variância referente ao pH, encontra-se na Tabela 5. Observa-se que, em ambos os consórcios, o pH foi maior no primeiro ano em relação ao segundo (Tabela 5). As demais interações não aprsentaram diferenças significativas.

Tabela 5 Desdobramento da interação consórcio e ano dos consórcios milho/*Urochloa* e milho/*Urochloa*/guandu anão, da análise de variância referente ao pH. Selvíria – MS.

	Ano***
Consórcio**	**2013/14**	**2014/15**
MB	5,26aA	4,77aB
MBG	5,17aA	4,83aB
D.M.S	0,10	0,10

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.**MB (Consórcio de milho e *Urochloa*); MBG (Consórcio de milho/*Urochloa*/guandu anão.***Dois anos consecutivos (2013/14 e 2014/15).

Discussão

Composição bromatológica da silagem de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu anão

Foram encontrados na apresente pesquisa, teores de PB variando entre 6,43% a 8,57%, sendo a maioria acima de 7%, ou seja, acima do limite relatados por van Soest (1994) como mínimo para manutenção da população de microrganismos do rúmen de bovinos (Tabela 1). De acordo com Keplin e Santos (1996), a silagem de milho para ser considerada de boa qualidade, deve ter de 7,1% a 8,0% de PB. Flaresso *et al*. (2000) constataram teores de PB para milho em cultivo solteiro de 7,7% a 8,9%. Em trabalho realizado por Vasconcellos et al. (2005), foram registrados valores de 7,30 e 7,93% de PB para plantas colhidas a 0,10 e 0,80 m do solo, respectivamente. Isso representa aumento de 10,9% no teor de PB quando se eleva a altura de colheita de 0,10 m para 0,80 m, o que pode ser explicado pelo efeito de concentração da PB na MS, pois a parte basal da planta de milho, que é constituída basicamente de colmo e folhas senescentes, possui maior concentração de fibras e menor de N total, consequentemente, menor teor de PB.

No entanto, Caetano (2001) não verificou diferença significativa entre as médias dos teores de PB das plantas de milho colhidas nas alturas de 0,50 e 0,80 m. Por outro lado, Kung Jr *et al*. (2008) observaram aumento de 4% no teor de PB de silagem de milho, aumentando a altura de colheita de 0,125 para 0,475 m, porém, na presente pesquisa, como observado na Tabela 1, a altura de colheita não influenciou significativamente o teor de PB. Contudo, a silagem proveniente do consórcio MBG proporcionou maior teor de PB, isso ocorreu provavelmente, devido à maior quantidade de guandu anão na área. Considerando apenas o primeiro ano, tendo em vista os baixos teores de PB das silagens de milho em consórcio (Tabela 1), torna-se necessário uma suplementação com concentrados proteicos adicionados à silagem.

Em trabalho desenvolvido por Nussio *et al.* (2001), foi constatado que a elevação da altura de colheita do milho melhorou a qualidade da silagem, em decorrência da redução da participação das frações colmo e folhas, havendo como consequência a redução dos componentes da parede celular e aumento nas proporções de grãos, o que

determinou o aumento nos valores de digestibilidade da MS e dos nutrientes digestíveis totais (NDT), fato que não ocorreu na presente pesquisa.

A silagem de milho proveniente do consórcio MB também apresentou maiores teores de NDT e DIVMS, devido a menor quantidade de material fibroso neste consórcio, como pode ser observado na Tabela 1. Os teores de fibra foram maiores na silagem de milho proveniente do consórcio MBG, em decorrência da presença do feijão guandu, proporcionando maiores quantidades de hastes no material ensilado. De acordo com Nussio *et al*. (2002), os teores de NDT da silagem de milho foram de 65%, valor este semelhante ao encontrado na presente pesquisa (Tabela 1).

No segundo ano, a silagem apresentou-se menos fibrosa, apesar do elevado crescimento do guandu anão, ocorreu menor estiolamento da leguminosa e maior participação de folhas em relação ao primeiro ano (mais hastes), influenciando assim, na qualidade nutricional da silagem, conferindo maiores teores de PB, NDT e DIVMS. Rodrigues *et al.* (2002), em pesquisa testando tipos de silos, observaram teores de 65,1% de DIVMS para silos de 600 kg de silagem/m^3, mesma condição de compactação da silagem na pesquisa em questão.

Os teores de celulose (Tabela 1) estão de acordo com os teores encontrados por Caetano (2001), o qual trabalhou com altura de colheita do milho a 0,05 m acima do nível do solo (colheita baixa) e a 0,05 m abaixo da inserção da primeira espiga (colheita alta), para confecção de silagem, com teores de celulose de 21,2% e 25,8% para milho ceifado alto e baixo, respectivamente. Os resultados da presente pesquisa apresentaram valores similares, com exceção da silagem proveniente do consórcio MB e no segundo ano (Tabela 1), onde foram constatados teores de celulose inferiores a 20,0%. Isso ocorreu, provavelmente, por que no segundo ano, em função das altas temperaturas no final de dezembro de 2014 e quase todo o mês de janeiro de 2015, houve antecipação do ciclo do milho (acúmulo mais precoce de graus-dias), assim, com plantas de milho mais baixas, houve menor sombreamento sobre as culturas em consórcio e consequentemente menor estiolamento do guandu anão, com maior proporção de folhas.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), no momento da colheita para ensilagem, a planta de milho deve ser cortada a uma altura de 0,10 m do solo, podendo, se preferir, efetuar a colheita a uma altura mais elevada. À medida que se aumenta a altura de colheita, diminui-se o volume da massa ensilada, porém aumenta-se a

qualidade do alimento, pela maior participação de grãos no material. De um modo geral, os valores constatados para FDN no segundo ano (Tabela 1), podem ser considerados adequados, pois foram inferiores à 50% (Cruz e Pereira Filho, 2001). Em revisão de literatura, Zopollatto e Sarturi (2009) verificaram teores FDN entre 39,0 e 48,6% para silagens de milho. Enquanto que em pesquisa desenvolvida por Melo *et al*. (1998) e Rezende (2001), foram obtidos valores de FDN na silagem de milho entre 43,5 e 61,0%, valores estes acima dos obtidos na presente pesquisa, onde foram encontrados valores de FDN entre 39,2% e 50,2% (Tabela 1).

Segundo Hutjens (2001), para cada 0,15 m na elevação da altura de colheita do milho em cultivo exclusivo, espera-se redução de 1% no teor de fibra em detergente ácido (FDA) do material colhido, no entanto, tal resultado não foi o observado na presente pesquisa (Tabela 1). Quanto menor o teor de FDA, maior o valor energético do alimento, e, na média, o teor adequado para forrageiras e/ou silagem de milho deve estar em 30%, o que coloca os consórcios testados no primeiro e no segundo ano dentro de padrões aceitáveis, levando em consideração que todas as médias se situaram nesse patamar ou abaixo dele nas duas alturas de colheita avaliadas, bem como nos consórcios (MB e MBG) nos dois anos consecutivos (Tabela 1). Melo *et al.* (1998) e Rezende (2001) determinaram valores de FDA variáveis de 22,7 a 31,1% na cultura do milho. Esses valores são semelhantes aos obtidos neste trabalho, no qual foram constatados valores de 21,6 a 29,6% de FDA (Tabela 1). Os baixos valores obtidos para a porcentagem de FDA, provavelmente foram parcialmente devidos aos pequenos valores percentuais de FDN na MS total da planta. Observa-se ainda na Tabela 1, que os teores de FDN e FDA foram significativamente menores na silagem de milho proveniente do consórcio MBG, pois a adição de forragem de guandu anão promoveu decréscimos nos teores de FDN e FDA das silagens possivelmente devido aos maiores teores desse componente na silagem de milho com *Urochloa brizantha*.

Com relação aos teores de lignina (Tabela 5), de acordo com pesquisas realizadas por Nussio *et al.* (2002), os teores devem estar em 3%, porém, na presente pesquisa, observa-se que no consórcio MBG e no primeiro ano, valores bem acima deste patamar, no qual foram verificados teores entorno de 5% de lignina, resultado este que se repetiu no segundo ano, onde os teores variaram de 3% a 4%.

Estes altos teores de lignina se devem ao maior teor de fibra no caule (hastes) do guandu, sendo que as leguminosas possuem caules mais fibrosos e lignificados que as gramíneas, no entanto, Fonseca (2000) e Alfaya (2002) determinaram valores de lignina variáveis de 9,1 a 16,0% para a silagem de milho. Assim, os valores obtidos por Fonseca (2000) em silagem de milho foram muito diferentes daqueles deste trabalho. Em trabalho desenvolvido por Caetano (2001), foram observados teores de lignina nas silagens de milho de 2,7% e 3,7% para altura de colheita alta e baixa, respectivamente. A porcentagem de lignina é considerada um dos principais fatores limitantes da digestibilidade da parede celular em forrageiras (Wolf *et al*., 1993) e com sua determinação é possível a discriminação dos cultivares com relação à sua qualidade forrageira.

Os teores de NIDA (Tabela 1), no segundo ano, apresentaram valores similares aos avaliados por Rodrigues *et al*. (2002), que testando tipos de silos para ensilagem de milho, constataram teores de 16,9% em silos de 600 kg de silagem/m^3, que foi a mesma compactação utilizada na presente pesquisa, porém, no primeiro ano, o valor de NIDA foi de 11,70% (Tabela 1).

O mesmo ocorreu com o EE (Tabela 1), no qual de acordo com Nussio *et al*. (2002), para silagem de milho normalmente é de 3,2%, o que corrobora com a presente pesquisa no segundo ano, porém, no primeiro ano, o teor de EE (%) foi menor do que o relatado pelo autor, provavelmente pela maior quantidade de caules advindos do guandu. Pedó *et al*. (2009) observaram aumento linear de 3,5% de EE a cada 0,10 m na elevação da altura de colheita do milho, porém, segundo os autores, a análise de EE não é a mais recomendada para determinar a fração lipídica que realmente contribui para o metabolismo animal, uma vez que compostos não energéticos, tais como pigmentos, ceras, cutina e clorofila são carreados pelo éter juntamente com a gordura, aumentando o % de EE.

Segundo Evangelista *et al*. (2004), durante o processo fermentativo, ocorrem perdas de matéria seca e de energia de forma variada, em decorrência da colonização de bactérias ácido láticas que se desenvolvem na massa ensilada, determinando perdas de energia de até 1,7% e de matéria seca de até 24%, no entanto, na presente pesquisa, não foram observadas perdas de energia (Tabela 1) e nos teores de matéria seca do material

ensilado (Tabela 2), mostrando assim, que o material ensilado estava em boas condições fermentativas.

Segundo Vasconcellos *et al*. (2005), as vantagens conseguidas com a elevação da altura de colheita precisariam compensar as perdas de produtividade de MS para que a elevação na altura de colheita das plantas de milho pudesse ser uma prática recomendada. Assim, a determinação dos custos de produção das silagens obtidas a partir de diferentes alturas de colheita das plantas, bem como a realização de uma análise econômica, seriam instrumentos auxiliares para a tomada de decisão quanto ao sistema de manejo a ser adotado. Entretanto, como na presente pesquisa não foi realizada análise econômica, e de forma geral a altura de colheita de 0,45 m em relação à 0,20 m das forrageiras não interferiram na qualidade bromatológica das silagens, portanto, o mais interessante seria colher a 0,45 m, deixando assim, maior quantidade de palha para a cultura sucessora, contribuindo assim com a continuidade do SPD.

Teores de carboidratos solúveis e de matéria seca do milho antes e após ensilagem e nitrogênio amoniacal e pH na silagem de milho em consórcio.

Observa-se que os teores médios de N-NH_3 das silagens permaneceram abaixo de 10% (Tabela 2), indicando que mesmo com elevados teores de matéria seca, houve fermentação láctica adequada. Neste critério, os materiais avaliados podem ser classificados como silagem de muito boa qualidade, segundo Borges et al. (1997). O N-NH_3, expresso em porcentagem do N total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação, ou ainda a ocorrência de um aquecimento excessivo na massa do silo. Este calor excessivo, na presença de açúcares e nitrogênio, pode levar à 'reação de Maillard', ocasionando a reação dos açúcares com a proteína, formando substâncias contendo nitrogênio indisponíveis ao animal (van Soest, 1994). No entanto, observa-se na Tabela 1, que os teores de NIDA encontrados na presente pesquisa oscilaram entre 11,52 e 17,07%, portanto, não são considerados altos, uma vez que o NIDA acima de 20% diminui a disponibilidade de N e prejudica a digestibilidade de matéria seca, portanto, o aumento no teor de NIDA não é desejável, pois o nitrogênio retido na fibra em detergente ácido não é aproveitado pelas bactérias ruminais (van Soest e Mason, 1991; Licitra *et al*., 1996).

Observa-se na Tabela 3, aumento significativo dos teores de N-NH_3 após a ensilagem do material. No entanto, segundo McDonald *et al*. (1991), silagens mal preservadas apresentam níveis de amônia superiores a 10%, sendo a amônia derivada do catabolismo de aminoácidos, entre outros produtos de degradação como aminas, cetoácidos e ácidos graxos, por via de três processos bioquímicos: deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução. Este parâmetro é um dos principais na determinação da qualidade do processo fermentativo da massa ensilada. Lavezzo e Andrade (1994), citam como valores normais a variação de 0 a 12,5% N-NH_3. Os valores de N-NH_3 encontrados na presente pesquisa, mesmo com elevado teor de MS (Tabela 2), são considerados adequados, indicando baixa degradação da PB. Lavezzo *et al*. (1997) encontraram teores de nitrogênio amoniacal de 11,24% para silagem de milho com teor de 28,65% de MS.

Os teores de carboidratos solúveis ficaram acima do relatado por Nussio *et al*. (2001), sendo os teores mínimos de carboidratos solúveis para a silagem de planta inteira de milho de 3% na matéria original (Tabela 2), mostrando que a presente silagem atendeu também este requisito para ser de boa qualidade. Observa-se na Tabela 4, que houve redução dos teores de CHOS após a ensilagem do material, indicando que houve consumo destes açucares pelas bactérias no processo de fermentação do material ensilado. A ausência total do ar nos silos, é uma consequência da boa compactação do material e é um dos fatores imprescindíveis para uma obter uma silagem de boa qualidade, pois a respiração da planta consome os carboidratos disponíveis para a fermentação natural de ácido lático. O ar deixado dentro do silo, ou nele penetrando, prolongarão a respiração e, em conseqüência, o conteúdo de carboidratos solúveis será reduzido, aumentando as perdas de nutrientes e diminuindo a quantidade de ácido lático no produto final (Ruxton e McDonald, 1974).

Com relação a altura de colheita, foi observado na Tabela 4, que o consórcio MB cortado a 0,45 m, apresentou maior teor de CHOS em relação a altura de 0,20 m, enquanto que a silagem proveniente do consórcio MBG não apresentou diferença significativa para as alturas de colheita. Conforme descrito por Senger *et al*. (2005), quanto menor a partícula e maior a altura de colheita, melhor a compactação e, consequentemente, a condição de anaerobiose, que é decisiva no processo de conservação. Observa-se também, a influência dos consórcios dentro do fator ano

(Tabela 4), onde a silagem proveniente do consórcio MBG, apresentou maior teor de CHOS em ambos os anos (Tabela 4).

O valor médio de pH da silagem foi de 4,07; mesmo sem conhecimento da velocidade de redução do pH durante o processo de fermentação, estes materiais vegetais podem ser classificados com base neste critério, de acordo com Borges *et al.* (1997), como silagens de boa qualidade. Portanto, apesar dos teores de matéria seca terem sidos superiores aos ideais (30-35%) (Tabela 2), com bases nos teores de N-NH_3 e CHOS e valor de pH, a silagem da presente pesquisa pode ser considerada de boa qualidade (Tabela 2).

O conteúdo de amônia das silagens, expresso como percentagem do nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH_3/NT), é utilizado na avaliação das silagens. O aumento da produção de amônia provocado pela proteólise neutraliza os ácidos desejáveis, interferindo diretamente na qualidade final do material ensilado (van Soest, 1994), aliado ao valor de pH, a porcentagem de N-NH_3/ NT indica se a fermentação foi satisfatória (McDonald *et al*., 1991).

Os valores de pH no primeiro ano foram maiores para ambos os consórcios (MB e MBG), isso ocorreu, provavelmente, por que no primeiro ano, devido as menores temperaturas (Figura 1) em relação ao segundo ano (Figura 2), as plantas se desenvolveram mais e apresentaram maior teor de MS (Tabela 2), vindo a influenciar no processo de fermentação e consequente redução do pH da silagem. No entanto, valores de pH de 3,8 a 4,2 são esperados em uma silagem bem conservada (McDonald *et al*., 1991), valores estes dentro deste patamar aqui obtidos. Vale ressaltar, que teores de MS acima de 35% dificultam a compactação do material ensilado e expulsão do ar; e teores abaixo de 28% proporcionam acréscimo na lixiviação, conseqüentemente perda de nutrientes e redução do material ensilado (Pereira *et al*., 2007).

Durante a ensilagem, a expulsão do ar ocorre pela compactação da forragem que, por sua vez, é influenciada pela pressão exercida sobre a forragem, pelo conteúdo de matéria seca e pelo tamanho das partículas do material ensilado. A fermentação do material ensilado, deve propiciar a rápida queda do pH, e tal evento requer ambiente anaeróbico, população suficiente de bactérias láticas e nível adequado de substrato na forma de carboidratos solúveis (Leibensperger e Pitt, 1987; Muck, 1988; McDonald *et al*., 1991).

As forragens com alto conteúdo de matéria seca apresentam a compactação dificultada e as forragens com mais de 60% de matéria seca geralmente não permitem uma compactação adequada. Assim, com baixa ou nenhuma compactação, a respiração que acontece enquanto houver oxigênio no interior do silo é prejudicial à qualidade da silagem, por causar perdas de matéria seca e de energia e reduzir a quantidade de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação das bactérias produtoras de ácido lático ou para estimular o crescimento de microrganismos ruminais. Além disso, as bactérias láticas têm o crescimento estimulado em anaerobiose, produzindo grande quantidade de ácido que favorece a conservação quando esta condição é estabelecida no interior do silo (Edwards e McDonald, 1978; McDonald *et al*., 1991). No entanto, apesar do elevado teor de MS (%) da presente pesquisa, houve boa compactação do material ensilado não vindo a prejudicar sua qualidade, pois a boa compactação permitiu queda no pH e restringiu o desenvolvimento dos clostrídios (Leinensperger e Pitt, 1987).

Conclusões

A altura de colheita das plantas de milho em consórcio com capim-marandu e/ou feijão guandu não interferiu na composição bromatológica da silagem.

A modalidade de consórcio do milho com capim-marandu e feijão guandu resulta em maior teor de proteína bruta, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), ácido (NIDA) e da fração fibrosa, com menor digestibilidade in vitro da matéria seca da silagem.

Agradecimentos

Á FAPESP pela bolsa de estudo concedida. Processo 2013/17862-5, e pelo auxílio a pesquisa concedida: Processo nº 2014/09165-5.

Referências

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C. and RODRIGUEZ, N.M. (1997) Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. *Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária Zootecnia*, **49,** 441-452.

CAETANO, H. *Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem* (2001) 178p, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. and CECON, P.R. (2001) Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia,* **30**, 1837-1856.

CRUZ, J.C. and PEREIRA FILHO, I.A., Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J.C. (2001) Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. *Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, p. 11-37.

CURL, E.A. Control of plant diseases by plant rotation (1963). *Review,* **29,** 413-477.

DAROLT, M.R. (1998) *Princípios para implantação e manutenção do sistema*. In: DAROLT, M. R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: Iapar, p.16-45 (Circular, 101).

EDWARDS, R.A. and MCDONALD, P. (1978) *Fermentation of Silage - A Review.* West Des Moines: Iowa, 115p.

EMBRAPA (2013) Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos.* Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 353p.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. and PEREIRA, R.C. Perdas na conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p.75-112.

FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D (2000) *Produção de milho*. GUAÍBA: Ed. Agropécuária. 360p.

VASCONCELOS, R.C., VON PINHO, R.G., REZENDE, A.V., PEREIRA, M.N. and BRITO, A.H (2005) Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho *Ciência e Agrotecnologia*. **29**, p.1139-1145.

FERREIRA, J.J. (2001) *Características qualitativas e produtivas da planta de milho e sorgo*. In: CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I.A. and RODRIGUES, J.A.S. (Eds). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA,. p.383-404.

FLARESSO, J.A., GROSS, C.D. and ALMEIDA, E.X. (2000) Cultivares de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí , Santa Catarina. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootenia*, **29,** 1608- 1615.

GARCIA, R.N., FORNASIERI FILHO, D. and ROSSATO JÚNIOR, J.A.S (2003) *Influência de cultura de cobertura morta e nitrogênio sobre os componentes produtivos da cultura do feijoeiro de inverno em sucessão a cultura do milho*. In: Congresso Brasileiro Deciência Do Solo, 29,

Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

HUTJENS, M. *Selecting corn silage varieties*. Disponível em: <http://dairynet.outreach.uiuc.edu/fulltest.cfm?section = 1 e document ID = 408> Acesso em 15 out. 2014.

KEPLIN, L.A.S. and SANTOS, I.R. (1996) *Silagem de milho*. Campinas: Fundação ABC, 46p. (Manual)

KUNG J.R.L., MOULDER, B.M., MULROONEY, C.M., TELLER, R.S. and SCHMIDT, R. J (2008) The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with Brown Midrib corn silage fed to lactating cows. *Journal of Dairy Science*, **91**, 1451-1457.

KLUTHCOUSKI, J. and STONE L.F. (2003) Desempenho de culturas anuais sobre palhada de Braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. and AIDAR, H. *Integração lavoura-Pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. cap.18, p.514-518.

KLUTHCOUSKI, J., COBUCCI, T., AIDAR, H., YOKOYAMA, L.P., OLIVEIRA, I.P. and COSTA, J.L.S., VILELA, L., BARCELLOS, A.O., MAGNABOSCO, C.U. (2000) Sistema Santa Fé – Tecnolgia 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, 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

LAVEZZO,W. and ANDRADE, J.B. (1994) *Conservação de forragens: feno e silagem*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGENS E PASTAGENS, Campinas, SP. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.105-166.

LAVEZZO, W., LAVEZZO, O.E.N.M. and CAMPOS NETO, O. (1997) Estádio de desenvolvimento do milho: 1. efeito sobre a produção, composição da planta e qualidade da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **26**, 675-682.

LEIBENSPERGER, P.Y. and PITT, R.E. (1987) A model of clostridial dominance in silage. *Grass and Forrage Science*, **42,** 297-317.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **57**, 347-358.

MCDONALD, P., HENDERSON, N. and HERON, S. (1991) *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 339p.

MELO, W.M.C., VON PINHO, R.G. and CARVALHO, M.L.M. (1998) Avaliação de cultivares de milho, para produção de silagem na região de Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, **23**, 31-39.

MUCK, R.E. and BOLSEN, K.K. (1991) Silage preservation and additive products. Field Guide and *Silage Management in North America*, p.105-126.

NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P. and DIAS, F.N. (2001) *Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho*. p.127-145. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001 – Maringá) Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas / Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. – Maringá: UEM/CCA/DZO, 319p.

NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P. and DIAS, F.N. (2001) *Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho.* Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001 – Maringá) Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas / Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. – Maringá: UEM/CCA/DZO, 319p. 127-145.

NUSSIO, G.L., CAMPOS, F.P., PAZIANI, S.F. and SANTOS, F.A.P. (2002) *Volumosos suplementares: estratégias de decisão e utilização*. In: Forragicultura e Pastagens: Temas em Evidência, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2002. p. 193-232.

NUNES, H.V., SILVA, I.F., BRUNO, R.L.A., BARROS, D. I. and PEREIRA, W. E (2006) Influência de sistemas de culturas, mucuna preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, **28,** 6-12.

OLIVEIRA, P (2010) *Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado*. 125f. Tese (Doutorado, Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz" – Esalq.

PARIZ, C.M. (2013) *Produção de silagem de milho em consórcio com braquiárias e sobressemeadura de aveia para terminação de cordeiros*. 2013. 141f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu.

PEREIRA, E.S., MIZUBUTI, I.Y., PINHEIRO, S.M., VILLARROEL, A.B.S. and CLEMENTINA, R.H. (2007) Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays, L*). *Caatinga*, **20**, 08-12.

RESENDE, J.A. (2001) *Características agronômicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de sorgo*. 2001. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, P.H.M., PEDROSO, S.B.G., ANDRADE, L.M.S.J.T. and LIMA, F.R. (2002) Estudo comparativo de diferentes tipos de silos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho. *Acta Scientiarum*, **24**, 1127-1132.

RUXTON, I. B. and MCDONALD, P. (1974) The influence of oxigen on silage, 1. Laboratory studies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **25,** 107-15.

PEDÓ, L.F.B., NÖRNBERG, J.L., VELHO, J.P., HENTZ, F., HENN, J.D., BARCELLOS, J.O.J., VELHO, I.M.P.H. and MARX, F.R (2009) Fracionamento de carboidratos de silagens de milho safrinha colhidos em diferentes alturas de colheita. *Ciência Rural*, **39**, 188-194.

REIS, R.A. and ROSA, B. (2001) *Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 18. Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", p.193-232.

SANTOS, E.D.G., PAULINO, M.F. and QUEIROZ, D.S. (2004) Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* stapf: características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **33**, 203-213.

SENGER, C.C.D., MÜHLBACH, P.R.F., BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M., NETTO, D.P., LIMA, L.D. (2005) Composição e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. *Ciência Rural*, **35**, 1393-1399.

SILVEIRA, P.M., BRAZ, A.J.B.P., KLIEMANN, H.J. and ZIMMERMANN, F.J.P. (2005) Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **40**, 377-381.

TOWNSEND, C.R., COSTA, N.L. and PEREIRA, R.G (2000) *Renovação de pastagens degradadas em consórcio com milho na Amazônia Ocidental*. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 18, Uberlândia, Anais... Uberlândia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, (CD-ROM).

VAN SOEST, P.J (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. New York: Cornell University Press, 476p.

VAN SOEST, P.J. and MASON, V.C. (1991) The influence of Mallard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **32**, 45-53.

VELHO, J.P., MÜHLBACH, P.R.F., GENRO, T.C.M., SANCHEZ, L.M.B., NÖRNBERG, J.L., ORQIS, M.G. and FALKENBERG, J.R. (2006) Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". *Ciência Rural*, **36**, 916-923.

WILKINSON, J.M. (1998) *Additives for ensiled temperate forage crops*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Simpósio Sobre Aditivos na Produção de Ruminantes e Não-Ruminantes, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.53-72

ZOPOLLATO, M. and SARTURI, J.O (2009) *Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage*. In: International Symposium On Forage Quality And Conservation, 1, São Pedro, Proceedings… Piracicaba: FEALQ, p.73-90.

CAPÍTULO 5

Implicações

Uma das dificuldades da pesquisa em questão foi o controle de plantas daninhas nos consórcios com guandu anão, como por exemplo a corda de viola. Uma alternativa, seria fazer a semeadura defasada do guandu anão.

Apesar das vantagens verificadas no presente estudo, uma, sugestão, seria usar diferentes densidades de semeadura do guandu anão nas entrelinhas do milho, assim, observar qual a densidade de semeadura que melhora a qualidade da silagem sem prejudicar a produção de grãos do milho, e observar a palhada residual nas culturas sucessoras.

Em relação ao SPD, a área que foi desenvolvida a pesquisa, possui um histórico de plantio direto de 10 anos, assim, o sistema está estabilizado na área não possibilitando diferenças entre os tratamentos, uma opção seria desenvolver a pesquisa em solo com SPD recente. Outro ponto importante, seria aumentar a densidade de semeadura da *Urochloa*, uma vez que foi observado baixa quantidade de massa desta forrageira principalmente em consórcio com o guandu anão.

É interessante para a pesquisa, sempre que possível, fazer uso de duas áreas, sendo uma irrigada e outra de sequeiro, mostrando assim a influência climática nos dois sistemas de produção. Seria interessante também, implantar estes consórcios em uma área de pastagem comum, e observar a longo prazo, a melhoria do solo com o uso de adubos verdes e os benefícios destes para a pecuária juntamente com a agricultura, melhorando a renda dos produtores e contribuindo com a sustentabilidade do país, pois este é o objetivo do sistema de integração lavoura-pecuária; ajudar os produtores a produzirem mais sem precisar expandir suas áreas.