

DJALMA SILVA PEREIRA

**CANA-DE-AÇÚCAR EM MONOCULTIVO E CONSORCIADA COM  
FEIJÃO-GUANDU VISANDO A PRODUÇÃO DE SILAGENS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Agroecologia, para obtenção do título  
de Magister Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P436c  
2017  
Pereira, Djalma Silva, 1993-  
Cana-de-açúcar em monocultivo e consorciada com  
feijão-guandu visando a produção de silagens / Djalma Silva  
Pereira. – Viçosa, MG, 2017.  
ix, 42f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rogério Paula de Lana.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Ruminantes - Alimentação e rações. 2. Silagem.  
3. Cana-de-açúcar como ração. 4. Forragem. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de  
Pós-graduação em Agroecologia. II. Título.

CDD 22 ed. 636.20852

DJALMA SILVA PEREIRA

**CANA-DE-AÇÚCAR EM MONOCULTIVO E CONSORCIADA COM  
FEIJÃO-GUANDU VISANDO A PRODUÇÃO DE SILAGENS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de fevereiro de 2017.

Karina Ribeiro  
Karina Guimarães Ribeiro

Rafaela Simão Abrahão Nóbrega  
Rafaela Simão Abrahão Nóbrega

Cristina Mattos Veloso  
Cristina Mattos Veloso

Davi Lopes do Carmo  
Davi Lopes do Carmo  
(Coorientador)

Rogério de Paula Lana  
Rogério de Paula Lana  
(Orientador)

A Deus e à minha mãe, Ana Lúcia.

DEDICO

"E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito."

Romanos 8:28

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, sem Ele não conseguiria nada nessa vida. E a realização do mestrado foi um sonho que nasceu no coração de Deus e pela Sua força consegui realizar.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia pela oportunidade de estudo. À FAPEMIG e ao CNPq pela concessão da bolsa e auxílio financeiro.

Agradeço a toda minha família pelo apoio, confiança e por entender a minha ausência durante esse período de curso. Especialmente aos meus pais, Ana Lúcia e Djalma, e às minhas tias Nenga, Domingas, Luciene e Márcia, meu tio João e minha avó Raimunda.

Agradeço ao meu orientador Rogério Lana e ao meu co-orientador Davi Lopes pela excelente orientação, pelos ensinamentos e pela amizade ao longo desse tempo. Agradeço também aos meus orientadores da época da graduação (Alisson Xavier, Rafaela Nóbrega e Thais Souza), pois os frutos deste trabalho também foram alcançados pelos ensinamentos adquiridos através deles.

Agradeço a todos os meus professores das disciplinas cursadas no mestrado em Agroecologia, em especial para Sílvia (DNS), Irene (DPS), Aloísio (DZO), Rita Márcia (DPE) e José Ivo (DET). Não posso deixar de agradecer a todos os professores que tive desde a educação infantil, foi de suma importância o trabalho e a dedicação de cada um deles.

Agradeço a todos que me ajudaram na condução da pesquisa do mestrado: aos funcionários do Sítio Boa Vista, Zé Bira e Tuti; às estagiárias que me ajudaram, Caryze e Bianca; à técnica do laboratório de agroecologia, Mariana; e à minha amiga Yanna.

Agradeço aos colegas do PPG em Agroecologia, em especial a Eduardo, às turmas 2015.2 e 2016.1, e às minhas irmãs (orientadas do meu orientador) Lidiane e Paula, pelo convívio ao longo desse tempo. À secretária do programa Rosângela, pela atenção dada a todos os discentes. Agradeço a dona Marli, pela ajuda no momento oportuno.

Agradeço aos novos amigos que Viçosa me deu, especialmente Yanna, Cleiton, Paula, John e tantos outros que são muito importantes pra mim e que fizeram meus dias melhores em Viçosa. Não posso esquecer dos antigos amigos, Thaís, Gilca, Nilson, Jaqueline, Elisângela, que mesmo com a distância continuam sendo e sempre serão grandes amigos.

Agradeço à cidade de Viçosa pela acolhida nesse período de mestrado. A cidade mais VICIOSA do mundo.

## SUMÁRIO

|                        |      |
|------------------------|------|
| RESUMO .....           | vi   |
| ABSTRACT .....         | viii |
| INTRODUÇÃO GERAL ..... | 1    |
| LITERATURA CITADA..... | 4    |

### **CAPÍTULO 1. DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJÃO-GUANDU EM DIFERENTES PERÍODOS DE REBROTAÇÃO**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| RESUMO .....                 | 6  |
| ABSTRACT .....               | 7  |
| INTRODUÇÃO .....             | 8  |
| MATERIAL E MÉTODOS .....     | 9  |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... | 11 |
| CONCLUSÃO .....              | 13 |
| LITERATURA CITADA.....       | 14 |

### **CAPÍTULO 2. PRODUÇÃO DE FORRAGENS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO FEIJÃO-GUANDU CULTIVADOS EM MONOCULTIVO E CONSÓRCIO**

|  |    |
|--|----|
| RESUMO .....                                       | 16 |
| ABSTRACT .....                                     | 17 |
| INTRODUÇÃO .....                                   | 18 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                           | 19 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                       | 22 |
| Características agronômicas do feijão-guandu.....  | 22 |
| Características agronômicas da cana-de-açúcar..... | 24 |
| CONCLUSÃO .....                                    | 26 |
| LITERATURA CITADA.....                             | 27 |

### **CAPÍTULO 3. PERDAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SILAGENS MISTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E FEIJÃO-GUANDU**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| RESUMO .....                 | 29 |
| ABSTRACT .....               | 30 |
| INTRODUÇÃO .....             | 31 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....     | 32 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... | 34 |
| CONCLUSÕES.....              | 38 |
| LITERATURA CITADA.....       | 39 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| CONCLUSÕES GERAIS ..... | 42 |
|-------------------------|----|

## RESUMO

PEREIRA, Djalma Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Cana-de-açúcar em monocultivo e consorciada com feijão-guandu visando a produção de silagens.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Coorientador: Davi Lopes do Carmo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o cultivo de cana-de-açúcar e feijão-guandu visando à produção de silagens mistas de qualidade. Neste contexto, foram realizados três experimentos para avaliar o desempenho agrônômico do feijão-guandu em diferentes intervalos de corte na rebrota durante o período seco do ano (capítulo 1), avaliar a produção de forragens de cana-de-açúcar e feijão-guandu cultivados em monocultivo e consorciados (capítulo 2) e avaliar as perdas fermentativas e a composição química de silagens mistas de cana-de-açúcar e feijão-guandu (capítulo 3). No primeiro experimento o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com três tratamentos e cinco repetições. O feijão-guandu foi plantado no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. Os tratamentos consistiram de três períodos de corte realizado na rebrotação das plantas na época seca do ano. Os cortes foram realizados em épocas diferentes para cada tratamento, correspondente a três, quatro e cinco meses após o primeiro corte. No segundo experimento adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos testados foram: cana-de-açúcar em monocultivo; feijão-guandu em monocultivo e consórcio de cana-de-açúcar e feijão-guandu. Para o cultivo da cana-de-açúcar, o plantio foi realizado manualmente, em espaçamento de 1,0 m entre linhas. O feijão-guandu foi semeado no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. No consórcio o plantio foi feito em linhas alternadas, em uma linha foi plantado feijão-guandu e na outra linha a cana-de-açúcar no espaçamento de 1,0 m entre linhas. No terceiro experimento adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em cana-de-açúcar ensilada com proporções crescentes de feijão-guandu (0; 25; 50; 75 e 100%). Os silos experimentais foram abertos após o período de 60 dias de fermentação. A partir dos resultados obtidos concluiu-se que o espaçamento adotado nesta pesquisa de 1 m entre linhas de cana-de-açúcar com feijão-guandu em linhas alternadas não é o recomendado para aumentar a oferta de forragem, sendo necessárias novas pesquisas para se determinar o espaçamento ideal entre a cana-de-açúcar e o feijão-guandu visando maiores ofertas de forragem. A partir de 25% de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar há melhora do perfil fermentativo,

aumento do valor nutritivo e diminuição das perdas das silagens de cana-de-açúcar. De acordo com as produtividades obtidas para ambas as culturas é necessário o plantio exclusivo de um hectare de cana-de-açúcar para dois hectares de feijão-guandu ou o consórcio com uma linha de cana-de-açúcar para duas linhas de feijão-guandu para atender a proporção de 75:25 na produção das silagens mistas.

## ABSTRACT

PEREIRA, Djalma Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2017. **Sugarcane in monoculture and intercropped with pigeon pea aiming the production of silages.** Advisor: Rogério de Paula Lana. Co-advisor: Davi Lopes do Carmo.

The purpose of this study was to evaluate the cultivation of sugarcane and pigeon pea for mixed silages of production quality. In this context, three experiments were conducted to evaluate the agronomic performance of pigeon pea in different cutting intervals on regrowth during the dry period of the year (Chapter 1), evaluate the production of fodder from sugarcane and beans-pigeon pea grown in monoculture and intercropping (Chapter 2) and evaluate the fermentative and losses the chemical composition of mixed silage of sugarcane and pigeon pea (Chapter 3). In the first experiment the experimental design was randomized blocks, with three treatments and five replications. The pigeon pea was planted in 1.0 m spacing between rows and 0.2 m between plants. The treatments consisted of three periods held in coppicing-cutting plants in the dry season of the year. The cuts were made at different times for each treatment, corresponding to three, four and five months after the first cut. In the second experiment took the randomized block experimental design with three treatments and five replications. The second experiment was randomized block experimental design with three treatments and five replications. The treatments tested were: sugar cane in monoculture; pigeon pea in monoculture and intercropping of sugarcane and pigeon pea. For the cultivation of sugar-cane sowing was carried out manually, in 1.0 m spacing between lines. The pigeon pea was planted in 1.0 m spacing between rows and 0.2 m between plants. In the Consortium the planting was done in alternate rows in which in a row was planted pigeon pea and on the other line with sugarcane in 1.0 m spacing between lines. The third experiment was completely randomized design with five treatments and four replications, totaling 20 experimental units. The treatments consisted of sugar cane and growing proportions of pigeon pea (0; 25; 50; 75 and 100%). The silos were opened after the period of 60 days of fermentation. From the results obtained it was concluded that the spacing of 1 m in this survey adopted between rows of sugar cane and beans-guandu in alternating rows is not recommended to increase the supply of fodder, being necessary for further research to determine the ideal spacing between sugarcane and beans-larger forage offerings aiming at guandu. From 25% of guandu in silage bean of sugar cane there is improvement of the fermentation profile, increased nutritional value and reduction of losses of silage from sugarcane.

According to the capacities obtained for both cultures requires the exclusive planting one hectare of sugar cane to two acres of beans-pigeon pea or the consortium with a line of sugar cane for two lines of pigeon pea beans to meet the 75:25 ratio in the production of mixed silages.

## INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com o levantamento da Produção da Pecuária Municipal (IBGE, 2015), o estado de Minas Gerais possui 23.768.959 bovinos, 225.893 ovinos, 87.401 caprinos e 63.337 bubalinos, apresentando um número significativo de animais ruminantes, refletindo na produção pecuária estadual, gerando emprego e renda para inúmeras pessoas ligadas ao setor.

O pasto representa a principal fonte de alimentação para os ruminantes, pois constitui a forma mais econômica de alimentação animal. Todavia, devido à estacionalidade da produção de forragens, o uso apenas do pasto como fonte de alimentação animal torna-se inviável em períodos de escassez de chuvas. Nas condições climáticas não só de Minas Gerais, mas do Brasil, a disponibilidade de forragens é irregular ao longo do ano, com períodos alternados de excesso e escassez de pastagens (BOTELHO et al., 2010).

Durante o período de escassez de forragens é necessário garantir a manutenção do peso corporal dos animais e uma produção leiteira estável ao longo do ano. Assim a conservação de forragem por meio da ensilagem é uma alternativa para garantir a alimentação do rebanho nos períodos de escassez, garantindo aos animais boa qualidade de alimentação volumosa ao longo de todo o ano (BOTELHO et al., 2010; LEHMEN et al., 2014). De acordo com Paziani (2009), a ensilagem refere-se ao processo de cortar a forragem verde, colocar no silo, compactar e proteger com lona plástica, para que haja fermentação anaeróbica, a fim de conservar as forragens e seu valor nutritivo, com o mínimo de perdas, de uma época de elevada produção de forragem para outra de escassez. Para a escolha da cultura a ser ensilada deve-se levar em consideração a disponibilidade na região, o valor nutricional e a produtividade.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma cultura que se adapta bem em diversas regiões do Brasil ao longo do ano, possui baixo custo de produção e facilidade de manejo. Destaca-se pela alta produção de matéria seca (MS) por hectare e a manutenção do potencial energético durante o período seco. Seu valor nutricional está diretamente correlacionado com seu alto teor de açúcar na MS, em torno de 40 a 50% (KOEFFENDER et al., 2013). Entretanto, a intensa fermentação alcoólica quando a forragem é ensilada pura, em razão da grande população de leveduras naturalmente presente na cana-de-açúcar no momento da ensilagem é uma grande barreira à confecção da silagem desta cultura (LOPES & EVANGELISTA, 2010). Os baixos teores de proteína, lipídeos e minerais, alto teor de carboidratos solúveis de rápida

fermentação e fibra de baixa digestibilidade fazem com que muitos pecuaristas não invistam na ensilagem de cana-de-açúcar.

Aditivos químicos e biológicos têm sido testados na ensilagem de cana-de-açúcar a fim de melhorar os padrões de fermentação da silagem. Dentre os aditivos químicos, a ureia é o mais estudado para melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar. Em um trabalho realizado por Ribeiro et al. (2010), foi constatado que a utilização de ureia e hidróxido de sódio no momento da ensilagem da cana-de-açúcar diminuíram as perdas e reduziram os constituintes da parede celular das silagens. Vilela et al. (2014), concluíram que a utilização de 1,5% de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar proporciona parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade, como o aumento do pH e da proteína bruta e diminuição das fibras. Outros produtos, tais como óxido de cálcio (BALIEIRO NETO et al., 2007), cal virgem e calcário (AMARAL et al., 2009), cloreto de sódio (REZENDE et al., 2011) e *Lactobacillus buchneri* (SÁ NETO et al., 2013) também têm sido estudados a fim de melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar.

Diante da necessidade de garantir ao pecuarista maior independência e produção mais sustentável, são crescentes as demandas por estudos com o intuito de promover a substituição de aditivos químicos e, ou biológicos para melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar. A utilização de leguminosas como aditivo na silagem de cana-de-açúcar pode ser uma alternativa para melhorar o valor nutricional do material ensilado, com aumento no teor de proteína e diminuição das perdas por fermentação.

Os estudos com leguminosas visando melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar ainda são incipientes. Em um trabalho realizado por Koefender et al. (2013) foi observado que a utilização do farelo de soja (*Glycine max* L.) e da leucena (*Leucaena leucocephala*) em cana-de-açúcar para consumo in natura apresentou valores nutricionais semelhante ao da cana fornecida com ureia.

A inclusão de leucena até o nível de 40% melhorou a qualidade das silagens de milho (*Zea mays*) produzidas, principalmente, em razão do aumento do teor de proteína bruta, conforme relatado por Pereira et al. (2004). Em um trabalho realizado por Silva et al. (2011), foi observado que a produção de silagens mistas de sorgo com guandu até a proporção de 75% de guandu proporcionou incremento nos teores de proteína bruta (PB) e MS da silagem, diminuindo a produção de efluentes e conservando o pH em valores aceitáveis. As silagens mistas de gramíneas e leguminosas visam o aumento de proteína no volumoso ensilado, uma vez que muitas gramíneas usadas para ensilagens promovem silagens pobres em proteína, como é o caso da cana-de-açúcar (ARCANJO et al., 2016).

Além de servirem de fonte de proteína na produção de silagem, as leguminosas podem ser plantadas em consórcio com as gramíneas, promovendo o incremento na produção animal. Conforme relatado por Neres et al. (2012), ao se introduzir leguminosas na pastagem o incremento na produção animal ocorre por meio da qualidade e quantidade da forragem em oferta, bem como pela participação da leguminosa na dieta animal, além dos seus efeitos indiretos relacionados com a fixação biológica de nitrogênio e seu repasse ao ecossistema da pastagem. O uso do feijão-guandu (*Cajanus cajan*) é viável neste tipo de sistema, levando em consideração a adaptabilidade dessa cultura em solos de baixa fertilidade e sua resistência à seca. Além de adaptar-se bem nas condições edafoclimáticas da região da Zona da Mata mineira, pode ser uma fonte nutricional para a alimentação do rebanho.

O feijão-guandu pertencente à família Fabaceae, é uma leguminosa arbustiva anual ou semiperene, constituindo uma cultura importante para diversos países dos trópicos e subtropicais, principalmente os países asiáticos e africanos (AZEVEDO et al., 2007). Essa cultura é utilizada para diversos fins, como planta fitorremediadora, na renovação de pastagens, na alimentação de animais domésticos e da pecuária e na alimentação humana.

Na alimentação animal o feijão-guandu apresenta potencial para pastejo consorciado com gramíneas, como feno e nos consórcios de espécies usadas na silagem, tanto na forma de forragem fresca quanto no consumo direto dos grãos verde (PALUDO et al., 2012). O uso de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar tem por objetivo principal aumentar o teor de proteína e diminuir as perdas das silagens.

Diante do exposto, objetivou-se com a presente pesquisa determinar uma técnica agropecuária de plantio de cana-de-açúcar e feijão-guandu visando a produção de silagens mistas de qualidade.

## LITERATURA CITADA

AMARAL, R. C. D.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; FERREIRA, E. M.; GENTIL, R. S. Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1857-1864, 2009.

ARCANJO, A. H. M.; SOARES, N. A.; OLIVEIRA, A. R.; PEREIRA, K. A.; ANÉSIO, A. H. C. Silagem de leguminosas: revisão de literatura. **Nutritime**, v. 13, n. 03, p. 4702-4710, 2016.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPES**, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; RAMOS, J.; NOGUEIRA, M. D. T. P. R.; ROTH, A. P. D. T. P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.

BOTELHO, P. R.; PIRES, D. A. D. A.; SALES, E. C. J. D.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. D. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal** - 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=mg&tema=pecuaria2015>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

KOEFENDER, E.; PADILHA, M. T. S.; MELLO, D. F. M.; LUMINA, G. Enriquecimento da cana-de-açúcar com fontes de nitrogênio em agroecossistemas do norte e noroeste do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 1, 2013.

LEHMEN, R. I.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1180-1185, 2014.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 984-991, 2010.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 862-869, 2012.

PALUDO, A.; SANTOS, N. F.; MOREIRA, T. S. O.; OLIVEIRA, W. L.; SILVA, M. A. P. Feijão guandu em três alturas de corte na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 5, p. 1981-1994, 2012.

PAZIANI, S. F. Cultivares de milho para silagem. **Nucleus**, Ituverava-SP, Edição Especial, p.15-27, 2009.

PEREIRA, R. C.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; SALVADOR, F. M.; MACIEL, G. A. Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit) na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 924-930, jul./ago., 2004.

REZENDE, A.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 739-746, 2011.

RIBEIRO, L. S. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. B.; FERREIRA, A. R.; BONOMO, P.; SILVA, F. F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

SÁ NETO, A. D.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; JUNGES, D.; BISPO, A. W. Corn and sugarcane silages with *Lactobacillus buchneri* alone or associated with *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 528-535, 2013.

SILVA, N. C.; REIS, J.; MAGALHÃES, R. Silagem consorciada de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e feijão guandu (*Cajanus cajan*) em diferentes proporções: produção e composição bromatológica. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 1, p. 213-222, 2011.

VILELA, H. H.; PIRES, L. K. M. C.; CAIXETA, D. C.; SOUZA, R. M.; TAVARES, V. B. Cana-de-açúcar ensilada com sal ou ureia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 38-44, 2014.

## CAPÍTULO 1

### DESEMPENHO AGRONÔMICO DO FEIJÃO-GUANDU EM DIFERENTES PERÍODOS DE REBROTAÇÃO

**RESUMO** - O feijão-guandu é uma cultura semiperene que apresenta bom crescimento na rebrota, de forma que é necessário entender como esta cultura se comporta em diferentes intervalos de corte durante a rebrotação no período seco do ano. Objetivou-se avaliar o desempenho agronômico do feijão-guandu em diferentes intervalos de corte na rebrotação durante o período seco do ano. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três tratamentos e cinco repetições, os tratamentos consistiram em três intervalos de corte na rebrota do feijão-guandu. As características avaliadas foram: altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de hastes (NH), massa verde do caule (MVC), massa verde das folhas (MVF), massa verde da parte aérea (MVPA), massa seca do caule (MSC), massa seca das folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA). As maiores produtividades de MVF e MSF foram encontradas três meses após o primeiro corte, no período de rebrotação. A maior oferta de forragem do feijão-guandu na rebrotação durante o período seco do ano é alcançada aos três meses após o primeiro corte.

**Palavras-chave:** biomassa, *Cajanus cajan*, forrageira, leguminosa.

## **AGRONOMIC PERFORMANCE OF PIGEON PEA IN DIFFERENT PERIODS OF COPPICING**

**ABSTRACT** – The pigeon pea is a perennial culture that presents good growth on regrowth, so that it is necessary to understand how this culture behaves in different cutting intervals during the dry period of the year coppicing. Objective to evaluate the agronomic performance of pigeon pea in different cutting intervals in coppicing during the dry period of the year. It took the randomized block experimental design with three treatments and five replicates, where the treatments consisted of three cutting intervals on regrowth of pigeon pea. The characteristics evaluated were: height of the plants (AP), stem diameter (DC), number of stems (NH), green mass of the stem (MVC), green mass of leaves (MVF), green mass of aerial part (MVPA), stem dry mass (MSC), leaf dry mass (MSF) and aerial dry mass (MSPA). There was a reduction of AP, NH, MVF and MSF of pigeon pea from the first to the second cut. In the second cut the highest productivity of MVF and MSF were found three months after the first cut. The highest yields of MVF and MSF were found three months after the first cut, the period of coppicing. The biggest offer of bean forage-guandu in coppicing during the dry period of the year is achieved on three months after the first cut.

**Key words:** biomass, *Cajanus cajan*, forage, legumes.

## INTRODUÇÃO

O feijão-guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa arbustiva anual ou semiperene, pertencente à família Fabaceae (AZEVEDO et al., 2007). É uma cultura importante para diversos países dos trópicos e subtropicais. No Brasil é conhecida também como feijão andu, guandu e guando.

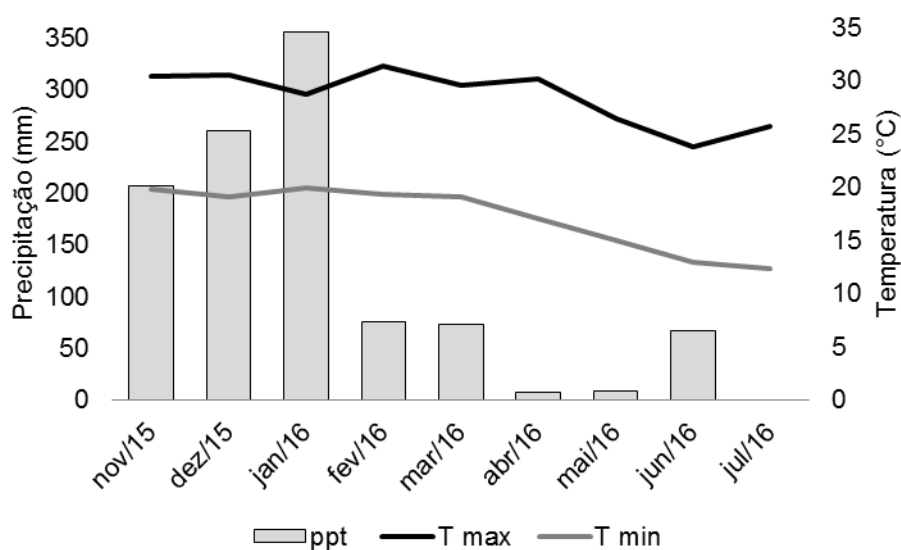
Esta espécie se desenvolve bem em condições tropicais e subtropicais, pois possui tolerância a condições adversas, como por exemplo, ao estresse hídrico, altas temperaturas e solos de baixa fertilidade (PROVAZI et al., 2007; MAIOR JÚNIOR et al., 2009). Diante dessas características o feijão-guandu se adapta bem as condições edafoclimáticas da região da Zona da Mata mineira, podendo ser utilizado para a prática da adubação verde (RODRIGUES et al. 2015), na recuperação de áreas degradadas (PIETRO-SOUZA & SILVA, 2015), como planta fitorremediadora (MADALÃO et al., 2012), na alimentação humana (BENEVIDES et al., 2013) e na alimentação de animais (KOEFFENDER et al., 2014).

Esta cultura é utilizada na alimentação animal por possuir alto valor nutritivo para o gado de leite e/ou corte e ainda pode servir de suplemento alimentar para aves e suínos (AZEVEDO et al., 2007). Suas folhas e ramos finos apresentam teores de proteína bruta entre 16 e 20%, enquanto a digestibilidade da massa seca pode variar de 50 a 65% (AZEVEDO et al., 2007). Na literatura estão amplamente documentados os efeitos do feijão-guandu como planta recuperadora de solos e sua utilização na adubação verde, todavia ainda são incipientes os estudos sobre o seu desempenho agrônomico. Alguns estudos, como os de Godoy et al. (2005), Provazi et al. (2007), Maior Júnior et al. (2009) e Costa et al. (2013) foram importantes para fornecer informações sobre os hábitos de crescimento. No entanto, após a rebrota ainda há demanda de estudos.

O feijão-guandu é uma cultura semiperene que apresenta bom crescimento na rebrota, de forma que é necessário entender como esta cultura se comporta em diferentes intervalos de corte durante a rebrotação no período seco do ano. Considerando a hipótese de que há um intervalo ideal de corte para o feijão-guandu visando a maior produtividade de biomassa, objetivou-se avaliar o desempenho agrônomico do feijão-guandu em diferentes intervalos de corte na rebrotação durante o período seco do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre novembro de 2015 e julho de 2016, no sítio Boa Vista, distrito de Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). O local está localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20°45'20" de latitude Sul e 45°52'40" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 651 m. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, constituídas de verão quente e úmido e inverno frio e seco. A precipitação pluviométrica média é de 1.341 mm anuais. As médias de temperaturas máxima e mínima são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997). Na Figura 1 encontram-se os dados climáticos do município de Viçosa, MG, computados durante o período experimental (UFV, 2015, 2016).



**Figura 1.** Dados da precipitação (ppt), da temperatura máxima (T max) e da temperatura mínima (T min), registrados no município de Viçosa-MG, durante o período de novembro de 2015 a julho de 2016.

A área experimental compreendeu uma área de pastagem que foi cultivada com capim *Urochloa decumbens* por mais de 10 anos. Para a instalação do experimento procedeu-se o preparo convencional da área (aração e gradagem na profundidade de 30 cm), seguindo-se o sulcamento nos espaçamentos determinados. Posteriormente a área foi dividida em 15 parcelas de 20 m<sup>2</sup>.

O solo apresentou as seguintes características químicas na profundidade de 0-20 cm: Ca= 4,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K= 87,0 mg dm<sup>-3</sup>; Al= 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>;

H+Al= 2,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P= 18,9 mg dm<sup>-3</sup>; pH (H<sub>2</sub>O)= 6,1; t= 6,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T= 9,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 6,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V= 73,5% e MO= 2,6 dag kg<sup>-1</sup>. Ou seja, fertilidade ideal para o desenvolvimento do feijão-guandu, mas de forma complementar realizou-se adubação com cama de frango, antes do plantio, na dose de 6 t ha<sup>-1</sup>, no sulco. A cama de frango utilizada apresentou as seguintes características químicas: N= 3,48 %; P= 0,96 %; K= 2,56%; Ca= 1,88%; Mg= 0,48 %; S= 0,45 %; CO= 21,5 %; C/N=6,18; pH (H<sub>2</sub>O)= 7,2; Matéria Seca= 43,3%.

O feijão-guandu, cultivar IAC-Fava Larga, foi semeado no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. Dentre as práticas de manejo foi realizado, quando necessária, a capina manual das plantas espontâneas e não foi utilizada irrigação na área experimental. Em fevereiro de 2016 (três meses após o plantio) foi realizado um corte na altura de 60 cm do nível do solo nas plantas de todos os tratamentos. É indicado que o manejo de leguminosas, mediante corte das plantas, seja realizado no início do florescimento ou no pleno florescimento (KIEHL, 1985).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de três períodos de corte realizado na rebrotação das plantas na época seca do ano. Os cortes foram realizados em épocas diferentes para cada tratamento, correspondente a três, quatro e cinco meses após o primeiro corte, realizados, respectivamente, em maio, junho e julho de 2016.

Nas épocas correspondentes aos cortes, foram feitas avaliações do desenvolvimento da parte aérea das plantas através de medições nas plantas e brotos (ramos primários). Os parâmetros avaliados foram: altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de hastes (NH), massa verde do caule (MVC), massa verde das folhas (MVF), massa verde da parte aérea (MVPA), massa seca do caule (MSC), massa seca das folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA). Para a avaliação das plantas desconsiderou-se as extremidades das parcelas (bordadura) e avaliou-se 5 plantas por parcela.

A AP foi determinada por meio de medições utilizando-se régua graduada do colo até o ápice, o DC foi medido utilizando paquímetro universal na altura do corte (60 cm acima do nível do solo), o NH foi determinado contando-se o número de ramificações no caule principal. Posteriormente as plantas foram cortadas na altura de 60 cm do nível do solo e pesadas para a determinação da MVC, MVF e MVPA. O material coletado permaneceu em estufa de circulação forçada a 65 °C até o peso permanecer constante para a determinação da MSC, MSF e MSPA. A produtividade da massa verde e da massa seca das plantas de feijão-guandu foi determinada considerando-se a população final de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, havendo significância, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa de estatística SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de feijão-guandu, quando cortadas três meses após o plantio (1º corte), apresentaram as seguintes características agronômicas: 1,97 m de AP, 14,23 mm de DC, 34,79 NH, 8,28 t ha<sup>-1</sup> de MVC, 5,76 t ha<sup>-1</sup> de MVF, 14,04 t ha<sup>-1</sup> de MVPA, 1,94 t ha<sup>-1</sup> de MSC, 1,57 t ha<sup>-1</sup> MSF e 3,51 t ha<sup>-1</sup> de MSPA. Houve redução de AP, NH, MVF e MSC e MSF de plantas de feijão-guandu do primeiro para o segundo corte. Possivelmente a baixa disponibilidade hídrica prejudicou o desenvolvimento da planta na rebrotação. As maiores precipitações foram observadas no período inicial do desenvolvimento da cultura, nos meses de novembro a janeiro (Figura 1), antes do primeiro corte, que ocorreu em fevereiro. Após o primeiro corte houve redução da precipitação, reduzindo assim a disponibilidade de água no solo, o que pode ter interferido no desenvolvimento das plantas de feijão-guandu na rebrotação. Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo & Balbino (2007), em que a redução das chuvas e da temperatura provocou a redução gradativa da produção de biomassa do feijão-guandu do corte realizado aos 120 para 210 dias após o plantio.

A AP, DC, NH, MVC e MVPA do feijão-guandu cortados em diferentes períodos na rebrotação não apresentaram diferença, no entanto, MVF, MSC, MSF e MSPA diferiram de forma significativa (Tabela 1). Nota-se que a MVF, MSC, MSF e MSPA do feijão-guandu apresentaram médias superiores quando cortados aos três meses após o primeiro corte.

**Tabela 1.** Características agronômicas do feijão-guandu (*Cajanus cajan*), em diferentes períodos de rebrotação na época seca do ano, em Viçosa-MG.

| Período de Rebrotação | AP     | DC      | NH     | MVC                | MVF    | MVPA    | MSC    | MSF    | MSPA   |
|-----------------------|--------|---------|--------|--------------------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                       | m      | mm      | n°     | t ha <sup>-1</sup> |        |         |        |        |        |
| 3 meses               | 1,76 a | 14,38 a | 8,04 a | 10,88 a            | 5,85 a | 16,73 a | 3,83 a | 2,20 a | 6,03 a |
| 4 meses               | 1,79 a | 14,70 a | 7,36 a | 11,88 a            | 3,74 a | 15,66 a | 2,30 b | 0,66 b | 2,96 b |
| 5 meses               | 1,84 a | 13,60 a | 6,56 a | 11,10 a            | 1,06 b | 12,17 a | 2,24 b | 0,39 b | 2,63 b |
| Média Geral           | 1,80   | 14,23   | 7,32   | 11,28              | 3,56   | 14,85   | 2,79   | 1,08   | 3,87   |
| CV (%)                | 4,70   | 6,94    | 11,84  | 20,45              | 33,74  | 22,27   | 22,94  | 21,55  | 21,03  |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. AP= altura da planta, DC= diâmetro do caule, NH= número de hastes, MVC= massa verde do caule, MVF= massa verde das folhas, MVPA= massa verde da parte aérea, MSC= massa seca do caule, MSF= massa seca das folhas, MSPA= massa seca da parte aérea, CV= coeficiente de variação.

Para Godoy et al. (2005) a altura das plantas é considerada uma importante característica, porque algumas populações de feijão-guandu têm porte arbóreo e podem tornar-se inadequadas para uso como planta forrageira. De acordo com Provazi et al. (2007) o desejável é que as plantas para utilização como forrageira possuam aproximadamente 50 cm de altura, consideradas relativamente baixas para facilitar o consumo pelos animais e/ou os cortes. A altura do guandu, cultivar IAC-Fava Larga, utilizado no presente estudo é de porte arbóreo, pois pode chegar até 3 m (PIRAÍ SEMENTES, 2016).

Foram encontradas médias entre 13,60 e 14,70 mm para o DC das plantas de feijão-guandu. Caules com diâmetros menores facilitam o acesso do animal à planta (Provazi et al., 2007). Considerando os valores obtidos para AP e DC, sugere-se o manejo de corte do feijão-guandu a fim de fornecer ao animal de forma in natura ou através da produção de silagens.

Houve redução do NH das plantas de feijão-guandu do primeiro para o corte realizado na rebrotação, essa redução se deve, não somente pela redução da altura das plantas, mas principalmente porque as hastes surgem a partir do caule principal. Após o corte na altura de 60 cm do nível do solo, o caule principal paralisou o desenvolvimento, havendo apenas o desenvolvimento dos caules secundários. Para fornecimento de feijão-guandu na forma de pastejo, é desejável um maior número de hastes secundárias em razão de serem mais finas. Caules finos ou intermediários são mais interessantes em plantas forrageiras, o que possibilita maior qualidade e consumo (PROVAZI et al., 2007).

Em relação à MVF, observou-se que os cortes realizados três e quatro meses após o primeiro corte obtiveram médias superiores ao tratamento com corte cinco meses após

o primeiro corte na rebrotação das plantas de feijão-guandu. A MVPA obteve média geral de 8,28 t ha<sup>-1</sup>, no primeiro corte, passando para 14,85 t ha<sup>-1</sup>, no segundo corte. Houve um incremento de 5,8% na produtividade da MVPA de plantas de feijão-guandu do primeiro para o segundo corte. Esse aumento é devido principalmente à proporção da MVC das plantas. Embora a massa verde das plantas seja uma característica avaliada nos estudos de desempenho agrônomico, do ponto de vista forrageiro a massa seca das plantas representa a característica mais importante, considerando que após a retirada da água será o material efetivamente consumido pelos animais e, sendo consumido, haverá o fornecimento de nutrientes por eles requeridos.

A MSC na rebrotação foi superior no tratamento com o corte realizado três meses após o primeiro, no período de rebrotação. Para a MSF observou-se o mesmo comportamento para a MSC, em que o tratamento com o corte realizado três meses após o primeiro obteve maior produtividade em relação aos demais. De modo geral, houve redução na produtividade de MSF de feijão-guandu do primeiro para o segundo corte. Estes resultados corroboram resultados de Maior Júnior et al. (2009), em que ocorreu redução na produtividade de massas verde e seca do feijão-guandu, do primeiro para o segundo corte, com reduções de 41,86 e 11,9%, respectivamente.

A MSPA na rebrotação foi superior quando o corte foi realizado três meses após o primeiro. Observou-se que quanto maior o intervalo do primeiro para o segundo corte, mais as plantas perdem folhas e, por conseguinte, maior será a proporção de caule na MSPA de plantas de feijão-guandu. Do ponto de vista forrageiro é mais interessante que haja maior proporção de folhas do que de caule na MST das plantas. O guandu é uma leguminosa tropical que possui caules fibrosos (PIRES et al., 2006), que pode resultar em baixa digestibilidade e degradabilidade animal.

## **CONCLUSÃO**

A maior oferta de forragem do feijão-guandu na rebrotação durante o período seco do ano é alcançada aos três meses após o primeiro corte.

## LITERATURA CITADA

ARAÚJO, J. B. S.; BALBINO, J. M. S. Manejo de Guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] sob dois tipos de poda em lavoura cafeeira. **Coffee Science**, v. 2, n. 1, p. 61-68, 2007.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPESB**, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BENEVIDES, C. D. J.; SOUZA, R. D. B.; SOUZA, M.; SILVA, M. Efeito do processamento sobre os teores de oxalato e tanino em maxixe (*Cucumis anguria* L.), jiló (*Solanum gilo*), feijão verde (*Vigna unguiculata* (L.) e feijão andu (*Cajanus cajan* (L.) Mill SP). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 3, p. 328, 2013.

COSTA, N. C.; SOARES, J. P. G.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N. Efeito de regimes de cortes sobre a produtividade e composição química do guandu (*Cajanus cajan*) em Porto Velho, Rondônia. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 7, n. 2, Ed. 225, Art. 1491, 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.

GODOY, R.; BATISTA, L. A. R.; SANTOS, P. M.; SUZA, F. H. D. Avaliação agrônômica de linhagens selecionadas de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 7-19, 2005.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KOEFENDER, E.; HERMES, F.; ZUBRESKI, V. R. Conservação da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) adicionada de guandu (*Cajanus cajan*) - Assentamento Dorcelina Folador–Arapongas–Pr. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 1, 2014.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; NASCIMENTO, A. F.; GARCIA, G. O. Fitorremediação de solos contaminados com o herbicida sulfentrazone por espécies de adubos verdes. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 288-296, 2012.

MAIOR JÚNIOR, S. G. S.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P. C. produção de fitomassa do feijão guandu em diferentes arranjos populacionais. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.1, p.1-5, 2009.

PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, N. M. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, 2015.

PIRAÍ SEMENTES. **Espécie: (Feijão) Guandu-forrageiro**. Disponível em <[http://www.pirai.com.br/texto-b33-feijao\\_guandu.html](http://www.pirai.com.br/texto-b33-feijao_guandu.html)>. Acesso em 30 de julho de 2016.

PIRES, A. J. V.; REIS, R. A.; CARVALHO, G. G. P. D.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; RUGGIERI, A. C.; ALMEIDA, E. O.; ROTH, M. D. T. P. Degradabilidade ruminal da massa seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 4, p. 643-648, 2006.

PROVAZI, M.; CAMARGO, L. H. G.; SANTOS, P. M.; GODOY, R. Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 328-334, 2007.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Massa e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Ceres**, v. 59, n. 3, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2015**. Viçosa, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2016**. Viçosa, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG: UFV, 1997.

## CAPÍTULO 2

### PRODUÇÃO DE FORRAGENS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO FEIJÃO-GUANDU CULTIVADOS EM MONOCULTIVO E CONSÓRCIO

**RESUMO** – O consórcio de culturas tem sido uma prática constante, principalmente pelos pequenos produtores, visando o aproveitamento da área, os benefícios ecológicos e ganhos econômicos. Contudo, deve-se levar em consideração a competição por água, luz e nutrientes que pode ser um fator limitante para o sucesso do consórcio. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de forragens de cana-de-açúcar e feijão-guandu cultivados em monocultivo e consorciados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos testados foram: cana-de-açúcar em monocultivo (Cana), feijão-guandu em monocultivo (Guandu) e cana-de-açúcar consorciada com feijão-guandu (Cana+Guandu). Os parâmetros avaliados nas plantas de feijão-guandu foram: altura das plantas, número de hastes, massa verde do caule, massa verde das folhas, massa verde da parte aérea, massa seca do caule, massa seca das folhas e massa seca da parte aérea. Na cana-de-açúcar, foram avaliadas os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do colmo, número de folhas por planta, largura e comprimento da maior folha, número de plantas por metro linear e produtividade de massa verde. A altura das plantas no segundo corte e o número de hastes no primeiro corte das plantas de feijão-guandu foram superiores no tratamento consorciado com a cana-de-açúcar. Entretanto, as produtividades de massa fresca e seca das folhas foram superiores no tratamento em monocultivo. O número de folhas de cana-de-açúcar foi maior no cultivo consorciado e a produtividade de massa verde no monocultivo. O cultivo consorciado de cana-de-açúcar e feijão-guandu, no espaçamento de 1 m entre linhas alternadas, não aumenta a oferta de forragem destas culturas.

**Palavras-chave:** biomassa, gramínea, leguminosa, *Saccharum officinarum*.

## **PRODUCTION OF FORAGE OF SUGARCANE AND PIGEON PEA GROWN IN MONOCULTURE AND CONSORTIUM**

**ABSTRACT** – The partnership of cultures has been a constant practice, primarily by small producers, aimed at the exploitation of the area, the environmental benefits and economic gains. However, one must take into consideration the competition for water, light and nutrients that can be a limiting factor to the success of the Consortium. The aim of this study was to evaluate the agronomic performance of sugarcane and pigeon pea grown in monoculture and intercropping for animal feed. The experimental design was randomized blocks, with three treatments and five replications. The treatments tested were: sugarcane in monoculture (cane), pigeon pea in monoculture (pigeon pea) and sugarcane intercropped with pigeon pea (cane + pigeon pea). The parameters evaluated in plants of pigeon pea beans were: height of plants, number of stems, green mass of the stem, green mass of leaves, green mass, dry mass of the stem, leaf dry mass and dry mass of the shoot. In sugarcane were evaluated the following parameters: plant height, stem diameter, number of leaves per plant, width and length of the larger sheet, number of plants per linear meter and productivity of green mass. The height of the plants in the second cut and the number of stems in the first cut of the pigeon pea were superior in treatment consorted with sugarcane, however the yields of fresh and dry the leaves were superior in in monoculture. In relation to the sugarcane the number of leaves was higher in the consortium and productivity of green mass in monoculture. Intercropping cultivation of sugarcane and pigeon pea, in 1 m spacing between alternating rows, does not increase the supply of fodder of these cultures.

**Key words:** biomass, grass, legumes, *Saccharum officinarum*.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e domina cerca de dois terços da produção mundial. A cana-de-açúcar representa a terceira maior atividade agrícola do país em termos de área de produção e de valor bruto, perdendo apenas para a soja e o milho (VOLTOLINI et al., 2012). De acordo com os dados da CONAB (2016) a área colhida no Brasil de cana-de-açúcar destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2016/17 deverá ser de 8.973,2 ha e produtividade estimada de 76.313 kg ha<sup>-1</sup>.

O Estado de Minas Gerais é o terceiro maior produtor de cana-de-açúcar no Brasil, representando uma das culturas de destaque para a alimentação animal, fornecida ao rebanho na forma in natura ou como silagem. Os sistemas produtivos desta cultura caracterizam-se, de modo geral, como sistemas intensivos de produção, com demanda de tecnologias e investimentos financeiros. Considerando o nível tecnológico em que a cultura da cana-de-açúcar é explorada, o investimento e a adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis tornam-se relevantes, de maneira que concilie as necessidades econômicas do agricultor com a preservação dos recursos naturais.

O consócio de culturas tem sido uma prática constante, principalmente pelos pequenos produtores, visando o aproveitamento da área e os benefícios ecológicos e econômicos. O cultivo simultâneo de diferentes espécies em uma mesma área pode contribuir para a economia do produtor (MARQUES et al., 2010), gerando maior renda pela oferta de produtos diferenciados ao longo do ano. Entretanto, é necessário o conhecimento de como determinadas espécies se desenvolvem em cultivo simultâneo numa mesma área. O desempenho de culturas consorciadas depende de vários fatores, com destaque para tipo de cultura e arranjo espacial. Contudo, deve-se levar em consideração a competição por água, luz e nutrientes, que pode ser um fator limitante para o sucesso do consócio, podendo prejudicar o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (PARIZ et al., 2011).

A introdução de leguminosas nas pastagens com gramíneas, através do consócio, promove incrementos na produção animal pela qualidade e quantidade da forragem em oferta, pela participação da leguminosa na dieta animal e pelos efeitos indiretos relacionados com a fixação biológica de nitrogênio e seu repasse ao ecossistema da pastagem (NERES et al., 2012). Para Barcellos et al. (2008), a adoção de leguminosas na formação de pastagens, em consócio ou em monocultivo, é orientada pela escolha

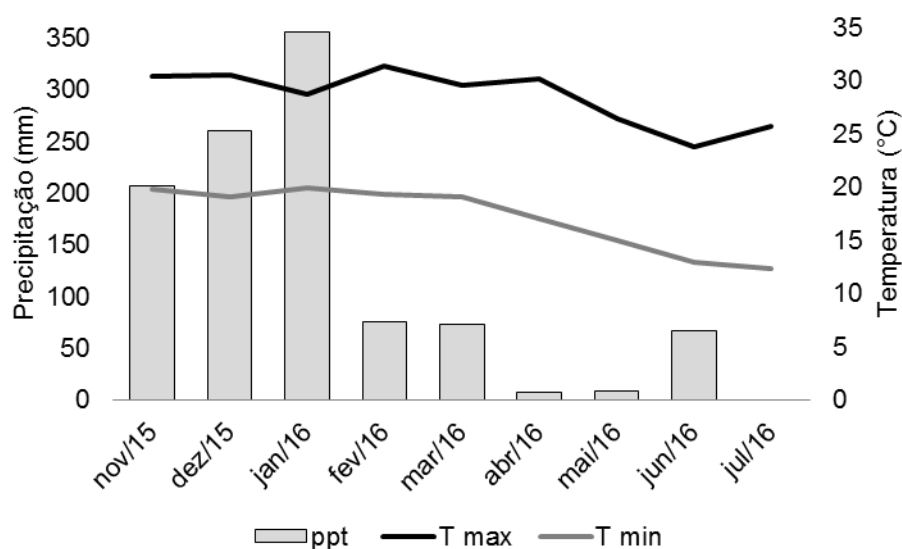
do cultivar mais adequado às condições ambientais, à natureza da exploração, à capacidade de intervenção e à disponibilidade de recursos. O consórcio entre gramíneas e leguminosas visa atender à demanda por alternativas à adubação nitrogenada e, além disso, outros benefícios, como melhorias dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (PRELLWITZ & COELHO, 2011).

Dentre as leguminosas forrageiras, o feijão-guandu (*Cajanus cajan*) destaca-se devido aos seus múltiplos usos, além de servir como fonte de proteína para a alimentação animal, desempenha importante papel na ciclagem e fornecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio (AZEVEDO et al., 2007). Esta cultura consiste em uma importante fonte de proteína em muitos países dos trópicos e subtropicais, tolerante a condições adversas, como baixa fertilidade do solo e à seca (PROVAZI et al., 2007). Devido ao seu alto valor nutritivo, é uma cultura utilizada na alimentação de animais, como gado de leite e/ou corte, aves e suínos (AZEVEDO et al., 2007).

Partindo do pressuposto que o consórcio de cana-de-açúcar com o feijão-guandu favorece incremento na produtividade dessas culturas, objetivou-se avaliar a produção de forragens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e feijão-guandu (*Cajanus cajan*) cultivados em monocultivo e consorciados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido entre novembro de 2015 e julho de 2016, no sítio Boa Vista, distrito de Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). O local está localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20°45'20" de latitude Sul e 45°52'40" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 651 m. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, constituídas de verão quente e úmido e inverno frio e seco. A precipitação pluviométrica média é de 1.341 mm anuais. As médias de temperaturas máxima e mínima são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997). Na Figura 1 encontram-se os dados climáticos do município de Viçosa, MG, computados durante o período experimental (UFV, 2015, 2016).



**Figura 1.** Dados da precipitação (ppt), da temperatura máxima (T max) e temperatura mínima (T min), registrados no município de Viçosa-MG, durante o período de novembro de 2015 a julho de 2016.

A área experimental compreendeu a uma área de pastagem que foi cultivada com capim *Urochloa decumbens* por mais de 10 anos. Para a instalação do experimento procedeu-se o preparo convencional da área (aração e gradagem na profundidade de 30 cm), seguindo-se o sulcamento nos espaçamentos determinados. Posteriormente, a área foi dividida em 15 parcelas de 20 m<sup>2</sup>. Dentre as práticas de manejo, foi realizada a capina manual das plantas espontâneas, quando necessário, e não foi utilizada irrigação na área experimental.

O solo apresentou as seguintes características químicas na profundidade de 0-20 cm: Ca= 3,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg= 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K= 64,0 mg dm<sup>-3</sup>; Al= 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al= 2,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P= 9,2 mg dm<sup>-3</sup>; pH H<sub>2</sub>O= 5,7; t= 5,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T= 8,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB= 5,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V= 68,7% e MO= 1,2 dag kg<sup>-1</sup>. De forma complementar realizou-se adubação com cama de frango, antes do plantio, na dose de 6 t ha<sup>-1</sup>, no sulco. A cama de frango utilizada apresentou as seguintes características químicas: N= 3,48%; P= 0,96%; K= 2,56%; Ca= 1,88%; Mg= 0,48%; S= 0,45%; CO= 21,5%; C/N= 6,18; pH H<sub>2</sub>O= 7,2; Matéria seca= 43,3%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos e cinco repetições, totalizando 15 parcelas de 20 m<sup>2</sup>. Os tratamentos testados foram: cana-de-açúcar em monocultivo; feijão-guandu em monocultivo e consórcio de cana-de-açúcar e feijão-guandu.

O plantio foi realizado no mês de novembro de 2015, início da estação chuvosa. Para o cultivo da cana-de-açúcar o plantio foi realizado manualmente, utilizando-se a

variedade RB86-7515, em espaçamento de 1,0 m entre linhas e duas fileiras de cana por sulco, picada em tamanhos de 20-30 cm dentro do sulco com uso de um facão. O feijão-guandu, cultivar IAC-Fava Larga, foi semeado no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. No consórcio, o plantio foi feito em linhas alternadas, em uma linha foi plantado feijão-guandu e na outra linha a cana-de-açúcar, no espaçamento de 1,0 m entre linhas.

Aos três meses após o plantio (fevereiro/2016), foram realizadas as avaliações de altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de hastes (NH) de plantas de feijão-guandu. Em seguida as plantas foram cortadas na altura de 60 cm do nível do solo, nesta ocasião o material cortado (folhas e hastes) foi depositado sobre o solo, a fim de favorecer a liberação de nutrientes ao solo, principalmente nitrogênio.

Três meses após o primeiro corte (maio/2016), ou seja, seis meses após o plantio foram avaliadas as seguintes características agrônômicas das plantas de feijão-guandu: AP, NH, massa verde do caule (MVC), massa verde das folhas (MVF), massa verde da parte aérea (MVPA), massa seca do caule (MSC), massa seca das folhas (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA). A AP foi determinada por meio de medições utilizando-se régua graduada do colo até o ápice; o DC foi medido utilizando-se paquímetro universal na altura do corte (60 cm), medido apenas no primeiro corte; o NH foi determinado contando-se o número de ramificações no caule principal. Posteriormente, as plantas foram cortadas na altura de 60 cm do solo e pesadas para a determinação da MVC, MVF e MVPA. Em seguida, o material coletado permaneceu em estufa de circulação forçada a 65 °C até o peso permanecer constante para a determinação da MSC, MSF e MSPA. A produtividade da massa verde e da massa seca das plantas de feijão-guandu foi determinada considerando-se a população final de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Aos oito meses após o plantio (julho/2016), foram feitas as avaliações agrônômicas da cana-de-açúcar. Os parâmetros avaliados foram: altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas por planta (NF), largura (LF) e comprimento da maior folha (CF), número de plantas por metro linear (NP) e produtividade de massa verde (MV). A AP foi medida a partir do solo até a lígula das folhas mais altas com uso de uma fita métrica; o DC foi mensurado com o uso de um paquímetro universal; contou-se o número de folhas por planta e posteriormente mediu-se a largura e comprimento da maior folha com o uso de uma fita métrica. Para a avaliação das plantas desconsiderou-se as extremidades das parcelas (bordadura) e avaliou-se 5 plantas por parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, havendo significância, as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa de estatística SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características agronômicas do feijão-guandu

A altura das plantas de feijão-guandu no primeiro corte (AP1), o diâmetro do caule (DC) e o número de hastes no segundo corte (NH2) não apresentaram diferença significativa, enquanto que a altura das plantas no segundo corte (AP2) e o número de hastes no primeiro (NH1) diferiram (Tabela 1). No segundo corte, a altura das plantas do feijão-guandu consorciado com a cana-de-açúcar (Cana+Guandu) foi superior à do feijão-guandu em monocultivo (Guandu). Observa-se redução média de 15% da altura das plantas do primeiro para o segundo corte.

**Tabela 1.** Valores médios de altura da planta no primeiro (AP1) e no segundo corte (AP2), diâmetro do caule (DC) e número de hastes no primeiro (NH1) e no segundo corte (NH2) de feijão-guandu cultivada em monocultivo e consorciada com cana-de-açúcar.

| Tratamento         | AP1           | AP2    | DC      | NH1            | NH2    |
|--------------------|---------------|--------|---------|----------------|--------|
|                    | ----- m ----- |        | mm      | ----- n° ----- |        |
| Guandu             | 2,11 a        | 1,69 b | 14,71 a | 37,04 b        | 8,00 a |
| Guandu consorciado | 2,18 a        | 1,95 a | 16,45 a | 41,16 a        | 7,20 a |
| Média Geral        | 2,14          | 1,82   | 15,58   | 39,1           | 7,60   |
| CV (%)             | 5,56          | 7,18   | 6,58    | 3,54           | 10,55  |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV - coeficiente de variação.

A AP é uma importante característica a ser considerada, pois determinadas populações de feijão-guandu têm porte arbóreo e podem tornar-se inadequadas para uso como planta forrageira (GODOY et al., 2005). Para Provazi et al. (2007) o desejável é que as plantas para utilização como forrageira sejam relativamente baixas (aproximadamente 50 cm de altura) para facilitar o consumo pelos animais. No presente

estudo, a AP foi inviável para o pastejo de animais, sendo recomendado o corte para consumo in natura ou para produção de silagem.

O valor encontrado para o DC é considerado alto, não sendo o desejável para a alimentação animal em pastejo. De acordo com Provazi et al. (2007) caules com diâmetros menores facilitam o acesso do animal à planta.

Para o NH, observou-se que, no primeiro corte (NH1), o tratamento Cana+Guandu obteve média maior; já no segundo corte não houve efeito dos tratamentos no NH. Houve redução de 81% do primeiro corte para o segundo no NH. Essa redução brusca se deve, não somente pela redução da AP, mas, principalmente, porque as hastes surgem a partir do caule principal. Após o corte de 60 cm, na altura do nível do solo, o caule principal não se desenvolve mais, havendo apenas o desenvolvimento dos caules secundários. Do ponto de vista forrageiro, é interessante que haja maior NH, isso porque esses ramos geralmente são mais finos, o que possibilita maior consumo e qualidade da forragem (PROVAZI et al., 2007).

A MVC, MVPA, MSC e MSPA das plantas de feijão-guandu não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, enquanto a MFV e MSF diferiram de forma significativa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de massa verde do caule (MVC), massa verde da folha (MFV), massa verde da parte aérea (MVPA), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de feijão-guandu cultivadas em monocultivo e consorciadas com cana-de-açúcar.

| Tratamento         | MVC                            | MVF    | MVPA    | MSC    | MSF    | MSPA   |
|--------------------|--------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|
|                    | ----- t ha <sup>-1</sup> ----- |        |         |        |        |        |
| Guandu             | 8,71 a                         | 7,22 a | 15,93 a | 3,66 a | 2,61 a | 6,28 a |
| Guandu consorciado | 5,59 a                         | 2,97 b | 8,56 a  | 1,51 a | 1,11 b | 2,61 a |
| Média Geral        | 7,15                           | 5,1    | 12,25   | 2,58   | 1,86   | 4,44   |
| CV (%)             | 40,74                          | 38,41  | 37,67   | 55,76  | 39,55  | 48,00  |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

A MVF e a MSF foram superiores para o feijão-guandu em monocultivo (Guandu), justificando-se pelo fato das plantas em monocultivo possuírem um maior estande final de plantas por hectare. Do ponto de vista forrageiro, a produção de massa seca de folhas é provavelmente o dado mais importante a ser analisado (GODOY et al., 2005).

## Características agronômicas da cana-de-açúcar

Para as características AP e DC não houve efeito do consórcio da cana-de-açúcar com o feijão-guandu (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Ambrosano et al. (2013), que avaliaram o desempenho da cana-de-açúcar em consórcio com diferentes leguminosas, dentre elas o guandu anão. Os autores constataram que as diferentes espécies de leguminosas não influenciaram a altura da planta e o diâmetro de colmos, quando comparadas com o cultivo da cana-de-açúcar em monocultivo. Em contrapartida, Prellwitz e Coelho (2011) observaram que as plantas de cana-de-açúcar em consórcio com a *Crotalaria juncea* obtiveram os maiores valores de altura e foram superiores aos dos tratamentos em monocultivo.

**Tabela 3.** Características agronômicas da cana-de-açúcar aos oito meses de idade cultivada em monocultivo e consorciada com feijão-guandu.

| Tratamento       | AP     | DC      | NF     | LF             | CF    | NP                     | MV                 |
|------------------|--------|---------|--------|----------------|-------|------------------------|--------------------|
|                  | m      | mm      | nº     | ----- cm ----- | ----- | m linear <sup>-1</sup> | t ha <sup>-1</sup> |
| Cana             | 1,71 a | 28,16 a | 6,90 b | 5,46 a         | 116 a | 12,40 a                | 116,00 a           |
| Cana consorciada | 2,65 a | 28,96 a | 7,56 a | 5,56 a         | 117 a | 12,16 a                | 62,33 b            |
| Média Geral      | 1,68   | 28,56   | 7,23   | 5,51           | 117   | 12,28                  | 89,17              |
| CV (%)           | 3,1    | 3,28    | 5,16   | 7,53           | 7,02  | 16,41                  | 11,28              |

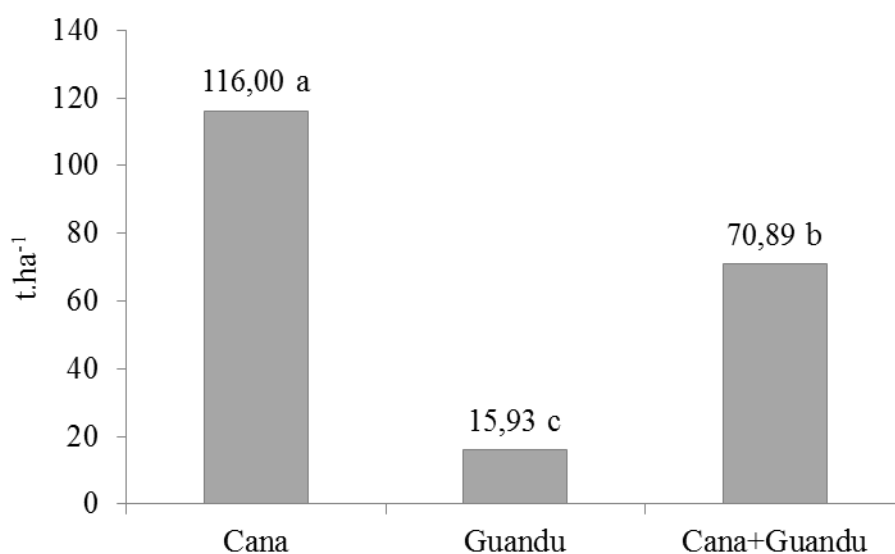
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. AP= altura da planta, DC= diâmetro do colmo, NF= número de folhas, LF= largura da folha, CF= comprimento da folha, NP= número de plantas, MV= massa verde, CV= coeficiente de variação.

Em relação ao NF observou-se que o consórcio da cana-de-açúcar com o feijão-guandu proporcionou maior média (Tabela 3). O cultivo consorciado entre gramínea e leguminosa pode trazer vários benefícios para as plantas. Em relação às gramíneas, o maior benefício está no fornecimento de nitrogênio (N) por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada pelas leguminosas. Calvo et al. (2010) constataram que a consorciação de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) com guandu anão favoreceu maior sincronismo de crescimento entre ambas as espécies. Desta forma, o consórcio pode aumentar os rendimentos das gramíneas, principalmente pelo fornecimento de N ao solo por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Nem sempre haverá influência do consórcio sobre as características das plantas, principalmente, em curto prazo. Isso foi observado para LF, CF e NP, aos oito meses de idade, que não apresentaram efeito de tratamento. Para a MV, observou-se que a

produtividade foi maior no tratamento em monocultivo, pois o estande final de plantas por hectare é maior em relação ao cultivo intercalado em consórcio.

Considerando a oferta total de forragem por hectare, dos três sistemas de cultivo, observou-se que o monocultivo da cana-de-açúcar oferta a maior quantidade de MV por hectare seguido do feijão-guandu em monocultivo (Figura 2). Diante disso, tanto o feijão-guandu, quanto a cana-de-açúcar, cultivados em monocultivo, favorecem o manejo, sendo que o feijão-guandu deve ser cultivado somente o necessário para suprir proteína, uma vez que apresenta baixa produtividade.



**Figura 2.** Oferta de massa verde (t.ha<sup>-1</sup>) de cana-de-açúcar e feijão-guandu cultivados em monocultivo e consorciados. Médias seguidas por letras diferentes na barra, diferem pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: 14,98%. Média geral: 67,60 t.ha<sup>-1</sup>.

O cultivo de cana-de-açúcar, no Brasil, é feito majoritariamente em monocultivo, entretanto, sistemas de cultivo consorciado têm sido testados, mas nem sempre os resultados são satisfatórios. Machado e Margarido (2014) constataram que o consórcio de cana-de-açúcar com diferentes culturas (milho, feijão e mandioca) não influenciou a altura da cana e o Graus Brix. Dantas et al. (2015) observaram que as leguminosas amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), xique-xique (*Crotalaria anagyroides*), crotalária júncea (*Crotalaria juncea*), estilosantes 'Campo Grande' (mistura física de sementes de *Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*) e guandu-anão (*Cajanus cajan*), introduzidas nas entrelinhas da cana-de-açúcar, em manejo orgânico, em sistema de consorciação, com semeadura

tardia dos adubos verdes, não interferem na produtividade de colmos, produção de açúcar e qualidade do caldo da cana-planta e da primeira cana-soca.

Futuros estudos, com outros arranjos de espaçamento para o consórcio da cana-de-açúcar com o feijão-guandu, são necessários, principalmente para avaliar os efeitos do consórcio a longo prazo, considerando o efeito da liberação de nutrientes e do teor de matéria orgânica fornecidos pelas folhas que caem sobre o solo, além dos restos culturais das plantas de feijão-guandu que poderá beneficiar a rebrota da cana nos anos subsequentes.

## **CONCLUSÃO**

O cultivo consorciado de cana-de-açúcar e feijão-guandu, no espaçamento de 1 m entre linhas alternadas, não aumenta a oferta de forragem destas culturas.

## LITERATURA CITADA

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; DA SILVA, E. C.; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Desempenho de adubos verdes e da primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivados consorciadamente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, 2013.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPES**, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BARCELLOS, A. D. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; JUNIOR, M.; BUENO, G. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, suplemento especial, p. 51-67, 2008.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2016/2017**. v. 3, n. 2, Segundo levantamento, Brasília, p. 1-72, agosto 2016. Disponível também em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 24 de agosto de 2016.

DANTAS, R. A.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M.; REIN, T. A.; MALAQUIAS, J. V.; SANTOS, J. D. D. G. Produção de matéria seca e controle de plantas daninhas por leguminosas consorciadas com cana-de-açúcar em cultivo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 8, p. 681-689, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.

GODOY, R.; BATISTA, L. A. R.; SANTOS, P. M.; SUZA, F. H. D. Avaliação agrônômica de linhagens selecionadas de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 7-19, 2005.

MACHADO, R.; MARGARIDO, L. A. C. Ensaio com sistemas orgânicos de produção para a soca da cana-de-açúcar, utilizando a técnica do plantio intercalar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

MARQUES, L. F.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; CARDOSO, G. D.; SOUTO, J. S. Consórcio mamona e amendoim: opção para a agricultura familiar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 222-227, 2010.

NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, P. S. R. D.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 862-869, 2012.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. D.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de

braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, p. 875-882, 2011.

PRELLWITZ, W. P. V.; COELHO, F. C. Produtividade de colmos, índice de área foliar e acúmulo de N na soca de cana-de-açúcar em cultivo intercalar com *Crotalaria juncea* L. **Ceres**, v. 58, n. 6, 2015.

PROVAZI, M.; CAMARGO, L. H. G.; SANTOS, P. M.; GODOY, R. Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 328-334, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG: UFRV, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFRV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2015**. Viçosa, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFRV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2016**. Viçosa, 2016.

VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J. G.; SILVA, W. E. D. L.; NASCIMENTO, J. M. L.; QUEIROZ, M. A. A.; OLIVEIRA, A. R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012.

## CAPÍTULO 3

### PERDAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SILAGENS MISTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR E FEIJÃO-GUANDU

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar as perdas fermentativas e a composição química de silagens mistas de cana-de-açúcar e feijão-guandu. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de cana-de-açúcar ensilada com proporções crescentes de feijão-guandu (0; 25; 50; 75 e 100%). Os silos experimentais foram abertos após o período de 60 dias de fermentação. Após a abertura dos silos avaliaram-se as perdas por efluente, perdas por gases, perdas de matéria seca total, recuperação de matéria seca da silagem e matéria seca, pH, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina. Houve redução das perdas por efluente, por gases e de matéria seca total e do teor de hemicelulose devido à inclusão de feijão-guandu. Houve, também, aumento da recuperação de matéria seca da silagem, da porcentagem de matéria seca e do teor de proteína bruta, pH, teores de fibras e lignina. A proporção de 75% de cana-de-açúcar e 25% de feijão-guandu na ensilagem melhorou o perfil fermentativo, aumentou o valor nutritivo e diminuiu as perdas das silagens de cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** alimentação de ruminantes, *Cajanus cajan*, conservação de forragens, ensilagem, *Saccharum officinarum*.

## **FERMENTATIVE LOSSES AND CHEMICAL COMPOSITION OF MIXED SILAGE OF SUGARCANE AND PIGEON PEA**

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate the fermentative losses and chemical composition of mixed silage of sugarcane and pigeon pea. It was used completely randomized design with five treatments and four replications, totaling 20 experimental units. The treatments consisted of sugar cane and growing proportions of pigeon pea (0; 25; 50; 75 and 100%). The silos were opened after the period of 60 days of fermentation. After the opening of the silos it was evaluated loss by effluent losses, gases losses, losses of total dry matter, silage dry matter recovery and dry matter, pH, protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose, cellulose and lignin. There was reduction the effluent losses, gases and of total dry matter and the hemicellulose content. There was also an increase in the recovery of silage dry matter, on the percentage of dry matter and crude protein content, pH, levels of fiber and lignin. The proportion of 75% of sugar cane and 25% of pigeon pea on silage improved nutritional value, increased fermentation profile and reduced the losses of silage from sugarcane.

**Key words:** *Cajanus cajan*, conservation of fodder, feeding of ruminants, *Saccharum officinarum*, silage.

## INTRODUÇÃO

A produção de silagem visa garantir ao rebanho alimento de qualidade mesmo em períodos de escassez de forragem. A silagem consiste de forragem verde, succulenta, picada e conservada em silos, por meio da produção de ácidos que reduzem o pH, devido à fermentação anaeróbia (PAZIANI, 2009). Ao se produzir silagem concentra-se a mão de obra em um único período do ano, favorecendo a sua otimização, ao contrário da utilização do alimento in natura, que demanda mão de obra pelo seu corte diário e pode elevar o custo de produção.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma forrageira bastante utilizada pelos pecuaristas na alimentação do rebanho bovino, seja na forma in natura ou conservada como silagem. A alta produtividade de matéria seca (MS), baixo custo de produção e facilidade de manejo conferem a esta cultura sua utilização na alimentação animal em forma de silagem. Todavia, a intensa fermentação alcoólica, quando a forragem é ensilada pura, em razão da grande população de leveduras (LOPES & EVANGELISTA, 2010), bem como perdas de matéria seca e redução do valor nutritivo (REZENDE et al., 2011), além dos baixos teores de proteína e minerais e fibra de baixa qualidade (SIQUEIRA et al., 2012), fazem com que muitos pecuaristas desprezem o uso da silagem de cana-de-açúcar na alimentação do rebanho.

Uma forma de contornar essas características indesejáveis para produção de silagem de cana-de-açúcar é o uso de aditivos, sendo a ureia o aditivo mais estudado e utilizado. Trabalhos como os de Lopes e Evangelista (2010), Ribeiro et al. (2010) e Vilela et al. (2014) demonstraram a eficiência da ureia na melhoria da qualidade de silagens de cana-de-açúcar. Além da ureia, outros produtos de origem química ou biológica mostraram-se eficientes para melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar, tais como o óxido de cálcio (BALIEIRO NETO et al., 2007), a cal virgem e o calcário (AMARAL et al., 2009), o cloreto de sódio (Rezende et al., 2011) e o *Lactobacillus buchneri* (SÁ NETO et al., 2013). Entretanto, alguns aditivos podem elevar o custo de produção do pequeno produtor e gerar dependência ao mercado externo. Portanto, torna-se crescente a busca por técnicas alternativas ao uso de insumos químicos sintéticos, incluindo a ureia, para melhorar a qualidade da silagem de cana-de-açúcar, mas sem onerar os custos de produção.

Dentre as alternativas, encontra-se o uso de leguminosas para produção de silagem mista com cana-de-açúcar. As leguminosas podem ser produzidas na propriedade do agricultor, o que diminui os custos de produção com sua aquisição, além de

proporcionar aumento da qualidade das silagens. Pereira et al. (2004) observaram que a inclusão de leucena (*Leucaena leucocephala*) até o nível de 40% melhorou a qualidade das silagens de milho (*Zea mays*) produzidas, principalmente em razão do aumento do teor de proteína bruta. De acordo com Silva et al. (2011), a inclusão de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) na silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) no nível de 75% melhorou os padrões fermentativos e nutricionais da silagem. As silagens mistas de gramíneas e leguminosas visam o aumento de proteína no volumoso ensilado, uma vez que muitas gramíneas usadas para ensilagem promovem silagens pobres em proteína, como a cana-de-açúcar (ARCANJO et al., 2016).

O feijão-guandu (*Cajanus cajan*) é uma das leguminosas que podem ser utilizadas na ensilagem de cana-de-açúcar. É uma leguminosa arbustiva anual ou semiperene, constituindo uma cultura importante para diversos países dos trópicos e subtropicos (AZEVEDO et al., 2007). Essa cultura é utilizada para diversos fins, entre os quais na alimentação de animais. Na alimentação animal, o feijão-guandu representa fonte de proteína para gado de leite e, ou corte, aves e suínos (AZEVEDO et al., 2007). Seu uso na ensilagem de cana-de-açúcar tem por principal objetivo aumentar o teor de proteína e diminuir as perdas das silagens.

Assim, a hipótese é de que a produção de silagens mistas de cana-de-açúcar com feijão-guandu pode ser utilizada como alternativa para melhorar o perfil fermentativo, aumentar o valor nutritivo e diminuir perdas nas silagens. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar as perdas na fermentação e a composição química de silagens mistas de cana-de-açúcar e feijão-guandu.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Sítio Boa Vista, distrito de Cachoeira de Santa Cruz, Viçosa-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV). O local está localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20°45'20" de latitude Sul e 45°52'40" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 651 m. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, constituídas de verão quente e úmido e inverno frio e seco. A precipitação pluviométrica média é de 1.341 mm anuais. As médias de temperaturas máxima e mínima são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em cana-de-açúcar ensilada com proporções crescentes de feijão-guandu (0; 25; 50; 75 e 100%). Foram colhidas plantas de cana-de-açúcar e feijão-guandu para produção de silagem, que, em seguida, foram trituradas em ensiladeira estacionária, em que o tamanho das partículas foram de 1 a 2 cm de comprimento. Após homogeneização de cada uma das forragens, sub-amostras de cana-de-açúcar e feijão-guandu foram coletadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, até peso constante, e pesadas para determinação da porcentagem de matéria seca. O restante das forragens trituradas foi depositado e compactado em silos experimentais, constituídos de baldes plásticos de 3,6 litros, vedados com tampas plásticas, providas de válvula tipo Bunsen e lacradas com fita adesiva. No fundo dos silos, foram colocados 1,5 kg de areia seca, revestida em tecido de algodão para drenagem dos efluentes.

Os silos experimentais foram abertos após o período de 60 dias de fermentação e procederam-se as avaliações de perdas por efluente (PE), perdas por gases (PG), perdas de matéria seca total (PMST), recuperação de matéria seca da silagem (RMS), pH e teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG).

As PE foram calculadas pela equação:  $PE (kg/t MV) = (P_{ef} \times 1000)/MV_i$ , em que:  $P_{ef}$  = peso do efluente (Peso do conjunto vazio após a abertura - peso do conjunto vazio antes do enchimento) (kg);  $MV_i$  = quantidade de massa verde de forragem ensilada (kg) e o peso do conjunto correspondente à massa do balde + tampa + areia + tecido (JOBIM et al., 2007).

As PG foram estimadas pela equação:  $PG (\% MS) = (P_{bchf} - P_{bcha})/(MV_{fo} \times MS_{fo}) \times 10000$ , em que:  $P_{bchf}$  = Peso do balde cheio no fechamento (kg);  $P_{bcha}$  = Peso do balde cheio na abertura (kg);  $MV_{fo}$  = Massa verde de forragem no fechamento (kg);  $MS_{fo}$  = Matéria seca da forragem no fechamento (%), baseadas na diferença de peso da massa de forragem seca (JOBIM et al., 2007).

Para determinação das PMST foi calculada a diferença entre o peso bruto de matéria seca (MS) inicial e final dos silos, em relação à quantidade de forragem ensilada (MS) pela equação:  $PMST (\% MS) = [(MS_i - MS_f)/MS_i] \times 100$ , em que:  $MS_i$  = Quantidade de matéria seca inicial = Peso do silo após enchimento - peso do conjunto vazio antes do enchimento x teor de MS da forragem na ensilagem/100;  $MS_f$  = Quantidade de matéria seca final = Peso do silo cheio antes da abertura - peso do

conjunto vazio após a abertura dos silos x teor de MS da forragem na abertura/100 (SCHMIDT, 2006).

A RMS da silagem foi estimada pela equação:  $RMS (\%) = (MFab \times MSab)/(MFfe \times MSfe) \times 100$ , em que: MFab = massa de forragem na abertura (kg); MSab = teor de MS (%) na abertura; MFfe = massa de forragem no fechamento (kg); MSfe = teor de MS (%) da forragem no fechamento (JOBIM et al., 2007).

Após a abertura dos silos as silagens das extremidades foram descartadas e o restante homogeneizado, sendo coletadas sub-amostras para pré-secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C até o peso permanecer constante, para obtenção do teor de MS (%). Para a determinação do pH, foram realizados os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). O nitrogênio total (NT) foi obtido por digestão sulfúrica, seguida de destilação Kjeldahl (KEENEY & NELSON, 1982), sendo a porcentagem de PB calculada utilizando-se o fator de conversão 6,25 (TEDESCO et al., 1995). Os teores de FDN, FDA, HEM, CEL e LIG foram determinados conforme procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

As equações de regressão foram escolhidas com base no coeficiente de determinação e na significância dos parâmetros da equação, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Houve efeito das proporções de feijão-guandu nas silagens de cana-de-açúcar para PE e PG, com resposta linear decrescente (Tabela 1). As perdas por efluente apresentaram resposta linear decrescente à medida em que foram aumentadas as proporções de feijão-guandu nas silagens. Resultado similar foi encontrado por Silva et al. (2011), que ao avaliarem a inclusão do guandu em silagens de sorgo observaram que a maior perda de efluente ocorreu na silagem sem a inclusão do guandu e a menor com 75% de feijão-guandu.

De acordo com Ribeiro et al. (2010), a quantidade de efluente que se perde ao ensilar a cana-de-açúcar implica na perda de nutrientes que são carreados para o fundo do silo, deixando a massa ensilada com menor teor de nutrientes solúveis que o material in natura. O uso de aditivos nas silagens de cana tem por objetivo reduzir a umidade da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, reduzir as perdas por efluente.

A inclusão do feijão-guandu pode ter resultado no aumento de bactérias homofermentativas. Essas bactérias consomem com maior eficiência os carboidratos

solúveis, reduzindo a atuação das leveduras, que, conseqüentemente, reduzem as perdas por gases (SIQUEIRA et al., 2010). Neste sentido a inclusão do feijão-guandu nas silagens de cana-de-açúcar mostrou-se eficiente para diminuição das perdas das silagens, resultando em maiores ofertas de matéria seca final e de nutrientes nas silagens.

**Tabela 1.** Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com proporções crescentes de feijão-guandu.

| Variável                     | Proporção de feijão-guandu (%) |       |       |       |       | R <sup>2</sup> | Equação de regressão           | CV (%) |
|------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------|--------------------------------|--------|
|                              | 0                              | 25    | 50    | 75    | 100   |                |                                |        |
| PE (kg ton <sup>-1</sup> MV) | 44,89                          | 33,32 | 23,74 | 16,01 | 10,30 | 0,98           | y= 42,950-0,346x <sup>**</sup> | 13,14  |
| PG (% da MS)                 | 18,44                          | 13,36 | 10,73 | 8,79  | 6,97  | 0,94           | y= 17,160-0,110x <sup>**</sup> | 12,49  |
| PMST (%)                     | 32,08                          | 20,50 | 8,76  | 0,94  | 0,01  | 0,93           | y= 29,199-0,335x <sup>**</sup> | 13,40  |
| RMS (%)                      | 67,92                          | 79,50 | 91,24 | 99,06 | 99,99 | 0,92           | y= 70,801+0,335x <sup>**</sup> | 1,91   |
| MS (%)                       | 21,10                          | 24,70 | 28,55 | 31,90 | 32,68 | 0,96           | y= 21,715+0,121x <sup>**</sup> | 2,25   |

<sup>\*\*</sup> indica significância a 1% de probabilidade pelo teste F da ANOVA. CV= coeficiente de variação. Variáveis: PE= perdas por efluente, PG= perdas por gases, PMST= perdas de matéria seca total, RMS= recuperação de matéria seca da silagem e MS= matéria seca.

As PMST foram reduzidas de forma linear decrescente (Tabela 1), com o aumento da proporção de feijão-guandu. Um grande entrave na produção de silagens de cana-de-açúcar é o alto teor de carboidratos solúveis e a grande população de leveduras, que promovem fermentação alcoólica e alta produção de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, elevadas perdas na matéria seca (BALIEIRO NETO et al., 2007; LOPES & EVANGELISTA, 2010). McDonald et al. (1991) relatam que outras vias comuns de perdas de matéria seca são a produção de efluentes e a perda por água resultante de reações metabólicas. A inclusão de feijão-guandu, possivelmente, diminuiu o teor de carboidratos solúveis presentes nas silagens, reduzindo a fermentação alcoólica e a produção de CO<sub>2</sub>, além de diminuir o teor de umidade nos silos.

A RMS e a porcentagem MS foram influenciadas pelas proporções crescentes de feijão-guandu nas silagens de cana-de-açúcar. Foram observadas respostas lineares crescentes para ambas as características (Tabela 1). Os menores valores foram observados na silagem da cana-de-açúcar sem o feijão-guandu, o que era esperado, já que o consumo de carboidratos solúveis durante a fermentação aumenta as perdas de MS das silagens de cana-de-açúcar sem aditivos, devido à atuação das leveduras.

Os valores de pH das silagens de cana-de-açúcar foram influenciados pela adição de feijão-guandu, apresentando resposta quadrática (Tabela 2). De acordo com

McDonald et al. (1991), silagens de boa qualidade podem apresentar pH entre 3,8 e 4,2. Entretanto, para Schmidt et al. (2007) as variações entre valores de pH encontrados nas silagens têm pouca importância biológica, pois estudos apontam que o pH não é um ponto crítico em silagens de cana-de-açúcar e tampouco indicador de qualidade fermentativa. Já para Vilela et al. (2014), quanto menor o pH na silagem, possivelmente menor será a ação das leveduras, o que, por sua vez, contribui para a manutenção do valor nutritivo da silagem.

**Tabela 2.** Composição química de silagens de cana-de-açúcar com proporções crescentes feijão-guandu.

| Variável      | Proporção de feijão-guandu (%) |       |       |       |       | R <sup>2</sup> | Equação de regressão                 | CV (%) |
|---------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------|--------------------------------------|--------|
|               | 0                              | 25    | 50    | 75    | 100   |                |                                      |        |
| pH            | 3,59                           | 3,52  | 3,62  | 3,78  | 4,84  | 0,94           | $y = 3,651 - 0,016x + 0,001x^{2**}$  | 2,24   |
| PB (% da MS)  | 4,04                           | 7,39  | 9,95  | 11,13 | 14,12 | 0,97           | $y = 4,55 + 0,095x^{**}$             | 7,30   |
| FDN (% da MS) | 60,87                          | 60,12 | 58,87 | 61,18 | 64,53 | 0,95           | $y = 61,119 - 0,101x + 0,001x^{2**}$ | 3,07   |
| FDA (% da MS) | 32,18                          | 34,55 | 37,26 | 40,02 | 44,53 | 0,98           | $y = 31,672 + 0,121x^{**}$           | 4,42   |
| HEM (% da MS) | 28,69                          | 25,57 | 21,62 | 21,16 | 20,00 | 0,90           | $y = 27,768 - 0,087x^{**}$           | 4,12   |
| CEL (% da MS) | 20,88                          | 19,98 | 19,15 | 23,75 | 23,41 | -              | $y = 21,43^{ns}$                     | 16,14  |
| LIG (% da MS) | 10,67                          | 13,83 | 17,73 | 15,93 | 20,81 | 0,84           | $y = 11,32 + 0,089x^{**}$            | 17,30  |

\*\* e <sup>ns</sup> indicam, respectivamente, significância a 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F da ANOVA. CV= coeficiente de variação. Variáveis: pH, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, HEM= hemicelulose, CE = celulose e LI = lignina.

Para o teor de PB, observou-se resposta linear crescente, na medida em que se aumentou a proporção de feijão-guandu (Tabela 2). Este resultado era esperado devido à contribuição do feijão-guandu com o teor de nitrogênio, por ser uma leguminosa. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2011), ao incluir o feijão-guandu nas silagens de sorgo. O uso de leguminosas consorciadas a gramíneas na ensilagem visa, principalmente, elevar o teor de proteína bruta da silagem, já que muitas gramíneas usadas para silagens possuem baixos teores de proteína, como é o caso da cana-de-açúcar (ARCANJO et al., 2016).

Os teores de FDN e FDA foram influenciados pelas proporções de feijão-guandu nas silagens de cana-de-açúcar, ajustando-se a um modelo quadrático para FDN e linear crescente para FDA (Tabela 2). Silagens de cana-de-açúcar confeccionadas sem aditivos frequentemente resultam em materiais com elevados teores de fibra, devido à atuação de leveduras, que são responsáveis pelo consumo de carboidratos solúveis durante a ensilagem gerando o aumento dos teores de FDN e FDA (LOPES & EVANGELISTA,

2010; RIBEIRO et al., 2010; VILELA et al., 2014). Todavia, no presente estudo os maiores valores de FDN e FDA foram observados nas silagens com maiores proporções de feijão-guandu, isso porque esta leguminosa tropical possui caules fibrosos (PIRES et al., 2006), que pode resultar em baixa digestibilidade. Estes resultados corroboram Silva et al. (2011), que observaram aumento no teor de fibras em função do aumento das proporções de feijão-guandu em silagens de sorgo.

A inclusão de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar exerceu efeito sobre os teores de HEM e LIG das silagens, porém, ocorreu ausência de efeito para o teor de CEL (Tabela 2). Os teores de HEM foram ajustados a uma equação linear decrescente, sendo o menor valor observado na ensilagem sem adição de cana-de-açúcar (100% feijão-guandu). A hemicelulose é um dos componentes da parede celular, considerada um parâmetro importante na avaliação da fermentação da silagem de cana-de-açúcar (LOPES & EVANGELISTA, 2010). Quando os carboidratos solúveis se esgotam, a hemicelulose pode servir de substrato para as bactérias fermentadoras (McDONALD, 1991), podendo resultar em um produto final de melhor qualidade devido à possibilidade de maior colonização do material por bactérias ácido-láticas (LOPES & EVANGELISTA, 2010).

Os teores de LIG foram ajustados a uma equação linear crescente. O teor de lignina é um parâmetro muito importante a ser considerado na ensilagem, pois este composto fenólico é o principal limitante da degradação da fração fibrosa de forrageiras (RIBEIRO et al., 2010). Sendo assim, uma das finalidades do uso de aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar é reduzir o teor de lignina, o que não foi alcançado ao se introduzir o feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar. Este resultado é justificado pelo fato do feijão-guandu ser uma planta que apresenta alto teor de celulose e lignina (CARVALHO et al., 2010).

A inclusão de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou efeitos positivos quanto às perdas fermentativas e ao teor de proteína. Houve, também, aumento da RMS, da porcentagem de MS e do teor de PB. Desta forma, algumas características indesejáveis da silagem de cana-de-açúcar foram sanadas linearmente à adição de feijão-guandu, sendo a proporção 25:75 (cana:guandu) a mais viável considerando apenas as características descritas anteriormente.

Ressalta-se que a inclusão de 75% de feijão-guandu resultou em elevados valores de pH e teores de fibras e lignina, sendo indesejável a proporção 25:75 (cana:guandu) na ensilagem mista de cana-de-açúcar e feijão-guandu. Considerando que o nível mínimo proteico nos alimentos deve ser de 7% de PB, para que ocorra adequada fermentação

ruminal (MINSON, 1990), a partir da inclusão de 25% de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar é alcançado o teor mínimo de PB para bom funcionamento ruminal (Tabela 2).

## **CONCLUSÕES**

1. A inclusão de feijão-guandu na silagem de cana-de-açúcar proporciona efeito positivo ao melhorar as características fermentativas das silagens.
2. A partir de 25% de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar há melhora do perfil fermentativo, aumento do valor nutritivo e diminuição das perdas das silagens de cana-de-açúcar.

## LITERATURA CITADA

AMARAL, R. C. D.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; FERREIRA, E. M.; GENTIL, R. S. Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1857-1864, 2009.

ARCANJO, A. H. M.; SOARES, N. A.; OLIVEIRA, A. R.; PEREIRA, K. A.; ANÉSIO, A. H. C. Silagem de leguminosas: revisão de literatura. **Nutritime**, v. 13, n. 03, p. 4702-4710, 2016.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPES**, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; RAMOS, J.; NOGUEIRA, M. D. T. P. R.; ROTH, A. P. D. T. P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.

CARVALHO, A. M.; DANTAS, R.; COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J.; FONSECA, O. P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Teores de hemiceluloses, celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no Cerrado**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados, 2010. 15p.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

KEENEY, D. R.; NELSON, D. W. **Nitrogen organic forms**. In: PAGE, A.L., ed. *Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties*. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1982. p.643-698.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 984-991, 2010.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. cap.2, p.9-58.

PAZIANI, S. F. **Cultivares de milho para silagem**. Nucleus, Ituverava-SP, Edição Especial, p.15-27, 2009.

PEREIRA, R. C.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; SALVADOR, F. M.; MACIEL, G. A. Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit) na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 924-930, 2004.

PIRES, A. J. V.; REIS, R. A.; CARVALHO, G. G. P. D.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; RUGGIERI, A. C.; ALMEIDA, E. O.; ROTH, M. D. T. P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 4, p. 643-648, 2006.

REZENDE, A.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 739-746, 2011.

RIBEIRO, L. S. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, A. B.; FERREIRA, A. R.; BONOMO, P.; SILVA, F. F. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

SÁ NETO, A. D.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; JUNGES, D.; BISPO, Á. W. Corn and sugarcane silages with *Lactobacillus buchneri* alone or associated with *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 528-535, 2013.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. D. F.; PAZIANI, S. D. F.; WECHSLER, F. S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1666-1675, 2007.

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

SILVA, N. C.; REIS, J.; MAGALHÃES, R. Silagem consorciada de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e feijão guandu (*Cajanus cajan*) em diferentes proporções: produção e composição bromatológica. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 1, p. 213-222, 2011.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; ROTH, M. T. P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.103-112, 2010.

SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. D. T. P.; MORETTI, M. H.; BENATTI, J. M. B.; RESENDE, F. D. D. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012.

TEDESCO, M. J.; WOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim técnico, 5).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG: UFV, 1997.

VILELA, H. H.; PIRES, L. K. M. C.; CAIXETA, D. C.; SOUZA, R. M.; TAVARES, V. B. Cana-de-açúcar ensilada com sal ou ureia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 38-44, 2014.

## CONCLUSÕES GERAIS

1. Para maiores ofertas de forragem de feijão-guandu na rebrotação, durante o período seco do ano, o segundo corte deve ser realizado três meses após o primeiro.
2. O espaçamento adotado nesta pesquisa, de 1 m entre linhas de cana-de-açúcar com feijão-guandu em linhas alternadas, não é o recomendado para aumentar a oferta de forragem.
3. A proporção de 25% de feijão-guandu na ensilagem de cana-de-açúcar melhorou o perfil fermentativo, aumentou o valor nutritivo e diminuiu as perdas da silagem.
4. De acordo com as produtividades obtidas para a cana-de-açúcar e o feijão-guandu é necessário o plantio de um hectare de cana-de-açúcar para dois hectares de feijão-guandu ou o consórcio com uma linha de cana-de-açúcar para duas linhas de feijão-guandu, para atender a proporção mínima de 75:25 na produção da silagem mista.