

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Consórcio de Guandu e Milho Cultivados para a Produção
de Forragem em Sistema Orgânico**

Rodrigo Modesto Junqueira

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**CONSÓRCIO DE GUANDU E MILHO CULTIVADOS PARA A
PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SISTEMA ORGÂNICO**

RODRIGO MODESTO JUNQUEIRA

Sob Orientação do Pesquisador
José Guilherme Marinho Guerra

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Agosto de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo autor

J95c Junqueira, Rodrigo Modesto, 1981-
Consórcio de guandu e milho cultivados para a produção de
forragem em sistema orgânico / Rodrigo Modesto Junqueira. - 2018.

34 f.: il.

Orientador: José Guilherme Marinho Guerra.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, 2018.

1. Agroecologia. 2. Intervalo de semeadura. 3. Silagem. 4. Composição
bromatológica. I. Marinho Guerra, José Guilherme, 1958-, orient. II
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação
em Agricultura Orgânica. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

RODRIGO MODESTO JUNQUEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica – PPGAO.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/08/2018

José Guilherme Marinho Guerra (Dr.) Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Ednaldo da Silva Araújo (Dr.) Embrapa Agrobiologia

Isabel das Neves Oiticica de Carvalho (Dra.) Embrapa Agrobiologia

A todos os agricultores familiares.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, por Tudo.

À minha família, pela paciência e pelo amor.

À EMATER-MG, pela oportunidade.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, por me receber e pelo acolhimento. Aos professores, pela dedicação, pelo profissionalismo, pelos conhecimentos compartilhados.

À Embrapa Agrobiologia.

Aos colegas do alojamento da Embrapa Agrobiologia.

Aos colegas do PPGAO pelo carinho e amizade.

A Augusta e Respeitável Loja Maçônica Tolerância Justiça e Liberdade, Recreio 157. .

“ Salmo 133 - Oh! Quão bom e quão suave é que os irmãos vivam em união. É como o óleo precioso sobre a cabeça, que desce sobre a barba, a barba de Arão, e que desce à orla das suas vestes. Como o orvalho de Hermom, e como o que desce sobre os montes de Sião, porque ali o Senhor ordena a bênção e a vida para sempre.”

Ao orientador Dr. José Guilherme Marinho Guerra, por me orientar, pela dedicação e pela amizade.

RESUMO

JUNQUEIRA, Rodrigo Modesto. **Consórcio de guandu e milho cultivados para a produção de forragem em sistema orgânico**. 2018. 34 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Objetivou-se avaliar a produtividade e a composição bromatológica de forragem, *in natura* e ensilada, a partir de monocultivo e consórcios de milho e guandu em sistema orgânico de produção. O trabalho experimental foi instalado na Fazendinha Agroecológica Km 47 (Sistema Integrado de Produção Agroecológica – SIPA). O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de milho (*Zea Mays* L., var. Eldorado) e guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp, cv. BRS Mandarin) semeados em monocultivo e consórcio de milho e guandu, sendo o guandu semeado aos 60, 45, 30, 15 e 00 dias antecedendo a semeadura do milho, além da semeadura simultânea destas espécies feitas no mesmo sulco de plantio. A semeadura nos consórcios foi realizada em sulcos intercalares espaçados de 0,50 m, o que representou uma população de milho equivalente à 60.000 plantas ha⁻¹ (seis plantas m linear⁻¹) e de guandu equivalente à 100.000 plantas ha⁻¹ (10 plantas m linear⁻¹), ao passo que, nos monocultivos as populações foram equivalentes à 120.000 plantas e 200.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, de milho e guandu. No tratamento em que as culturas foram plantadas simultaneamente no mesmo sulco de plantio, utilizou-se a mesma densidade de plantio dos monocultivos. O corte das espécies para confecção da silagem foi feito a 0,20 m da superfície do solo aos 100 dias após o plantio a semeadura do milho. Para a ensilagem o material vegetal foi acondicionado em tubos de poli vinil carbonato com dimensões de 0,10 m de diâmetro e 0,50 m de comprimento, capacidade para 2,5 kg de silagem (equivalente à 600 kg m⁻³), onde permaneceu ensilado por 65 dias. Além da produtividade das espécies, foram avaliados os teores de matéria seca (MS), nitrogênio total (N), quantidade acumulada de N na parte aérea, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT), Cálcio (Ca) e Fósforo (P). A produtividade total de biomassa seca de parte aérea alcançou os maiores valores nos respectivos monocultivos de milho (18,12 Mg ha⁻¹) e de guandu (19,71 Mg ha⁻¹). No consórcio destas espécies a semeadura simultânea e no mesmo sulco de plantio, resultou em produtividade total igual a alcançada nos monocultivos. Em relação à quantidade total de N acumulado na parte aérea na mistura das espécies, notou-se que os maiores valores foram detectados quando a leguminosa foi semeada aos 60 e 45 dias antecedendo a semeadura do milho. Quanto ao teor de PB na forragem *in natura*, os tratamentos representados pelo monocultivo de guandu e consórcios junto ao milho nos diferentes intervalos de semeadura apresentaram valores maiores do que o monocultivo de milho e o consórcio com semeadura simultânea destas espécies. No que concerne à silagem, as maiores concentrações de PB foram encontradas nos consórcios em que a leguminosa foi semeada aos 60 e 45 dias antecedendo ao milho, representando, respectivamente, 86% e 105% de incremento em relação à silagem exclusiva de milho. Os menores valores de FDN foram detectados na forragem *in natura* nos tratamentos formados por monocultivo de guandu e nos consórcios cuja semeadura desta leguminosa foi feita aos 60 e 45 dias antecedendo ao milho, resultando nos maiores valores de NDT. Em contrapartida, os teores de FDN e NDT das silagens não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Em relação aos elementos Ca e P, os tratamentos contendo as maiores proporções de guandu apresentaram teores mais altos de Ca na biomassa das forragens,

ao passo que, os tratamentos com maiores proporções de milho, resultaram nos teores mais elevados de P, tanto na forragem *in natura* como na silagem. Face ao exposto, o tratamento que aliou os melhores valores de produção e qualidade de forragem, tanto *in natura* como na forma de silagem, foi o consórcio cuja semeadura da leguminosa foi feita aos 45 dias antecedendo ao milho.

Palavras-chave: Agroecologia. Intervalo de semeadura. Silagem. Composição bromatológica.

ABSTRACT

JUNQUEIRA, Rodrigo Modesto. **Pigeon pea and maize intercropping for forage production in organic farming system.** 2018. 34 p. Dissertation (Professional Master's Degree in Organic Agriculture, Post-Graduate Program in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The objective of this study was to evaluate the productivity and the bromatological composition of forage (in natura and ensilaged) produced from maize's and pigeon pea's monocultures and their consortium, as well, in an organic system of production. The experiment was carried out at Fazendinha Agroecológica - Km 47 (Integrated Agroecological Production System - SIPA). The experimental plan adopted was a randomized block design with eight treatments and four replications. The treatments consist of two species of forage plants. Maize's (*Zea Mays*, Cv. BRS 4154 - Eldorado) and pigeon pea's (*Cajanus cajan*, Cv. BRS Mandarin) monocultures, and maize + pigeon pea consortium, being the pigeon pea planted 60, 45, 30, 15 and 00 days before planting maize, simultaneously with maize and pigeon pea sown in the same groove line. The planting was done in single rows spaced 0,50 m, with resulted in a maize population equivalent to 60,000 plants ha⁻¹ (6 plants per linear meter) and the pigeon pea equivalent to 100,000 plants ha⁻¹ (10 plants per linear meter) whereas in monocultures the populations were equivalent to 120,000 plants and 200,000 ha⁻¹ plants respectively of maize and pigeon pea. In the treatment in which the crops were planted simultaneously in the same planting groove, were used the same planting density of the monocultures. The cutting of forages plants to ensilage was performed at 0,20 m from the soil. The experimental silos used were of PVC with 0,10 m in diameter and 0,50 m in length, with capacity for 2.5 kg of silage (600 kg m⁻³). In addition to the productivity of the species, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (NDT) were evaluated. The total productivity of shoot biomass reached the highest values in the respective maize's (18.12 t.ms.ha⁻¹) and pigeon pea (19.71 t.ms.ha⁻¹) monocultures. In the consortium of both species being the sowing done simultaneously the productivity results were the same as reached in the monocultures. In relation of the N total amount accumulated in aerial part of the mixture of both species it was noticed that the highest values were detected when the leguminous was sown at 60 and 45 days before sowing maize. In relation to the CP content in natura forage, the treatment of pigeon pea monoculture and pigeon pea consortia in the diferente sown intervals presented the highest values than the maize's monoculture and the consortium with simultaneous sown of that species. Regarding silage, the highest CP levels were found in the consortia where the leguminous was planted 60 and 45 days before the maize, being 86% and 105% superior to the silage made with maize's monoculture, respectively. In the evaluation of the NDF content of forages, the lowest values observed in natura forage were referred to the treatments of pigeon pea monoculture and pigeon peas seeded at 60 and 45 days before maize, which provided the highest NDT values for these treatments. However, when evaluating the NDF and NDT contents of silage, no significant differences were found. In view of the above, the treatment that combined the best values of forage production and quality, both in natura and in the form of silage, was the consortium whose sowing of the leguminous was done at 45 days before maize.

Keywords: Agroecology. Sowing interval. Silage. Bromatological composition.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Produtividade de biomassa total de parte aérea verde de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	14
Tabela 2. Produtividade de biomassa total de parte aérea seca e proporção de biomassa de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	15
Tabela 3. Teor de matéria seca (MS) de forragem in natura e da silagem de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense. .	16
Tabela 4. Quantidade total acumulada, teor de Nitrogênio (N) e de proteína bruta (PB) na forragem in natura de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	18
Tabela 5. Quantidade total acumulada, teor de Nitrogênio (N) e de proteína bruta (PB) na forragem ensilada de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	20
Tabela 6. Fibra em detergente neutro (FDN) de forragem de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	22
Tabela 7. Nutrientes digestíveis totais (NDT) de forragem de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	23
Tabela 8. Teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) na forragem in natura de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense. .	24
Tabela 9. Teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) na forragem ensilada de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variação mensal da taxa de precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar (outubro de 2016 a março de 2017), durante a condução do experimento. (Fonte: INMET Estação Automática de Seropédica / RJ, Km 47).	11
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Agricultura Orgânica.....	3
2.2 Guandu (<i>Cajanus cajan</i> L. Millsp.)	5
2.3 Conservação de Forragem: Silagem.....	7
3 OBJETIVO GERAL	10
3.1 Objetivos Específicos.....	10
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5.1 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico na Produção de Biomassa Aérea e Teor de Matéria Seca (MS) de Forragens.	14
5.2 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico, na Quantidade Total Acumulada, no Teor de Nitrogênio (N) e Proteína Bruta (PB) das Forragens.....	17
5.3 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico, Sobre a Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) das Forragens.....	21
5.4 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico, Sobre os Teores de Cálcio (Ca) e Fósforo (P) das Forragens.	24
6 CONCLUSÃO.....	27
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

A maneira mais econômica de fornecer volumoso aos animais é por meio das pastagens de gramíneas tropicais. Entretanto, a diversidade edafoclimática brasileira proporciona grande sazonalidade na produção forrageira. A baixa disponibilidade e valor nutritivo das pastagens, notadamente no período da seca, são os fatores que mais contribuem para a perda de peso e para a diminuição da produção de leite e carne dos animais. Nas regiões onde há longos períodos com pouca chuva ou com temperaturas muito baixas, as pastagens tropicais não crescem e não conseguem atender às exigências dos animais. Além disso, no período das "águas" que corresponde a sete meses do ano, as forragens produzem 80% de seu potencial e, no período "seco", os cinco meses restantes, apenas 20%. Nesses períodos, outras estratégias de alimentação devem ser utilizadas para evitar a perda de produção dos animais. A conservação de forragem é uma alternativa de muita importância para esses períodos.

Uma das formas mais comuns para a conservação de forragens é a produção de silagem. Este método é baseado na ação dos microrganismos anaeróbios (ausência de ar) sobre os carboidratos solúveis presentes nas plantas. Essas fermentações produzem ácidos orgânicos, principalmente o láctico e, com menor expressão, o acético e o propiônico, que acidificam o meio e conservam o material ensilado. A silagem pode ser feita com vários tipos de forrageiras, entre elas, o milho (*Zea Mays* L.) que é a forragem mais utilizada no Brasil, se destacando pela alta produção de massa, facilidade de cultivo, adaptabilidade e por ser rica em carboidratos solúveis e, portanto, de fácil e rápida fermentação. Além dessas vantagens, produz uma silagem com elevado conteúdo energético devido aos grãos presentes, os quais são armazenadores naturais de amido.

Porém, apesar de tantas características favoráveis, o produto desta forrageira apresenta baixo teor de proteína bruta (em torno de 7%), o que constitui uma limitação ao seu uso, principalmente para animais de altas exigências nutricionais e em sistemas de manejo onde fontes proteicas são limitadas, como nos sistemas orgânicos de produção.

Por outro lado, plantas da família das leguminosas (Fabaceae) apresentam teores de proteína bem mais elevados do que as gramíneas (Poaceae), podendo algumas dessas plantas, serem utilizadas como forragem para alimentação de animais, banco de proteínas, pastejo direto ou na forma de silagem. Neste contexto, há interesse em associar plantas forrageiras da família das Leguminosas como a soja perene, a leucena, o guandu e etc. com plantas da família das Gramíneas visando um aumento do teor de proteína das silagens. Em contrapartida, as leguminosas apresentam menor produtividade e crescimento mais lento, o que acaba gerando uma produtividade global menor. Também apresentam alto poder tampão, prejudicando a redução do pH da forragem ensilada, ou seja, a qualidade final da silagem pode não ser melhorada e a produtividade total reduzida.

A demanda por alimentos como fonte de proteína para a alimentação de animais em sistema orgânico de produção é elevada e, por outro lado há uma carência de oferta desses produtos, uma vez que alimentos tradicionalmente utilizados com essa finalidade como o farelo de soja não podem ser utilizados em sistemas orgânicos de produção, pois são de maneira geral, organismos geneticamente modificados (OGM), bem como a uréia, cujo uso também não é permitido no manejo orgânico. Nesse sentido, a oferta de alimentos que possam substituir parcial ou totalmente estes insumos, faz-se necessária. Assim a geração de conhecimentos relacionados a esta tecnologia reveste de importância para os pecuaristas de sistemas orgânicos de produção.

Face ao exposto, o presente trabalho tem como hipóteses postas em teste, que a produtividade total e a qualidade da forragem de milho, *in natura* ou ensilado, consorciado ao

guandu, independentemente do intervalo de semeadura entre estas espécies, não são inferiores às obtidas exclusivamente com o cultivo de milho em sistema orgânico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura Orgânica

Segundo Altieri (2012), os princípios básicos da agroecologia incluem: a ciclagem de nutrientes e energia; a substituição de insumos externos; a melhoria da matéria orgânica e da atividade biológica do solo; a diversificação das espécies de plantas e dos recursos genéticos dos agroecossistemas no tempo e no espaço; a integração de culturas com a pecuária; e a melhoria das interações e da produtividade do sistema agrícola como um todo, ao invés de rendimentos isolados obtidos com uma única espécie.

Dentre as correntes filosóficas da agroecologia encontra-se a agricultura orgânica, onde sempre que possível, são empregados métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos (BRASIL, 2003), como os agrotóxicos e outras substâncias que possam contaminar os alimentos e/ou o meio ambiente em que vivemos (BRASIL, 2009).

A agricultura orgânica pode ser conceituada como “sistema de condução de culturas agrícolas com manejo centrado no enriquecimento e na manutenção da vida do solo. Os insumos sintéticos, agrotóxicos e adubos solúveis são substituídos pela matéria orgânica estabilizada e enriquecida com pós de rocha e outras fontes de micronutrientes, construindo um estado de equilíbrio bio-nutricional a partir do reforço e sustentação dos ciclos biológicos naturais do sistema solo-planta-meio. As unidades produtivas sob manejo orgânico devem ser diversificadas, com farto uso de rotações e consorciações entre diferentes espécies. Pragas e doenças são evitadas através do atenuamento de estresse nas plantas, o que as torna menos visadas por insetos, fungos e bactérias. Os produtos obtidos no manejo orgânico têm acentuado sabor, tempo de prateleira e composição nutricional equilibrada, além da total ausência de contaminantes químicos (CHARITY, 2001).

De acordo com Neves et al. (2004), a agricultura orgânica pode ser definida como: sistema de manejo sustentável da unidade de produção, com enfoque holístico que privilegia a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biológicos e a qualidade de vida do homem, visando à sustentabilidade social, ambiental e econômica no tempo e no espaço. Baseia-se na conservação dos recursos naturais e não utiliza fertilizantes de alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos, aditivos quimiossintéticos, hormônios, organismos transgênicos e radiações ionizantes.

Segundo Chaboussou (1987), no sistema de produção orgânico, a planta deve receber a melhor condição nutricional na forma orgânica, pouco solúvel / proteica. A doença e a praga aparecem quando cria-se condições para o seu aparecimento. Este desequilíbrio provocado, geralmente por fatores de stress (oscilações bruscas de pH, temperatura, umidade, teor de nutrientes de alta solubilidade, falta ou excesso de macro e oligoelementos, exposição a vento e ainda, agrotóxicos sintéticos sensibilizadores), pode ser revertido, através de reforço ao sistema de suporte do solo por meios biológicos ou químicos, mas utilizando-se agentes ou substâncias brandas de efeito probiótico. A vida controlando a vida, 80% dos problemas são resolvidos por meio de prevenção biológica, utilizando insumos naturais de baixa solubilidade e reatividade, sem danos ambientais, gerando produtos de maior sabor, tempo de conservação e poder nutritivo. A produtividade é crescente e alcança patamares equivalentes à produção convencional.

Nesse sentido, o conceito de agricultura orgânica, estabelecido em 1984 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, pode ser assim descrito: “A agricultura orgânica é um sistema de produção que evita ou exclui amplamente o uso de fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos para a produção vegetal e a alimentação

animal obtidos sinteticamente. Tanto quanto possível, os sistemas de agricultura orgânica baseiam-se na rotação de culturas, no uso de esterco animal, e da adubação verde, no cultivo mecânico, no uso de fontes naturais de minerais e no uso de aspectos do controle biológico de pragas e doenças, a fim de manter a estrutura e produtividade do solo, fornecer nutrientes para as culturas, controlar insetos e doenças, além de ervas espontâneas” (EHLERS, 1996).

A agricultura orgânica apoia-se na biodiversidade de componentes-chave, tais como os polinizadores, os inimigos naturais, as minhocas, os microrganismos, dentre outros. Através dos seus papéis ecológicos, esses grupos mediam importantes processos, como o controle natural de populações de insetos, a ciclagem de nutrientes, a fixação biológica de nitrogênio, a sincronização entre a liberação de nutrientes e a demanda pelas plantas, o sequestro de carbono, a integração produção vegetal e animal etc. O desafio é identificar o tipo de biodiversidade que possa manter ou aumentar os serviços ecológicos e, então, determinar a melhor prática agrícola que favoreça os componentes da biodiversidade desejada (ALTIERI et al., 1996).

Em novembro de 2003 foi sancionada a lei 10.831 que caracteriza a agricultura orgânica nacional. Pela legislação brasileira, considera-se produto orgânico, seja ele *in natura* ou processado, aquele que é obtido em um sistema orgânico de produção agropecuária ou oriundo de extrativismo sustentável e não prejudicial ao ecossistema local. Para serem comercializados, os produtos orgânicos deverão ser certificados por organismos credenciados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo dispensados da certificação somente aqueles produzidos por agricultores familiares que fazem parte de organizações de controle social cadastradas no MAPA, que comercializam exclusivamente em venda direta aos consumidores (BRASIL, 2003).

Segundo a FAO (Food Agriculture Organization), órgão da Organização das Nações Unidas, define-se como agricultura orgânica, a produção holística de um sistema de manejo, que promove e estimula a saúde do agrossistema, incluindo a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo. O sistema enfatiza ainda, práticas de manejo em preferência ao uso de insumos externos à propriedade, levando-se em conta a adaptação dos sistemas às condições regionais. Soma-se a esse pressuposto, o uso, sempre que possível, de práticas agronômicas, métodos mecânicos e biológicos, em detrimento do uso de materiais sintéticos para a realização das funções de um determinado sistema.

E a pecuária orgânica, é um modelo de produção sustentável que tem em sua essência a simplicidade e a harmonia com a natureza, sem deixar de lado a produtividade e a rentabilidade para o produtor, onde todos os princípios de agroecologia podem ser aplicados. Por isso, é preciso observar que um sistema orgânico de produção não é obtido somente na troca de insumos químicos por insumos orgânicos/biológicos/ecológicos. O MAPA estabelece uma série de procedimentos para que os produtos orgânicos de origem animal de uma propriedade sejam assim qualificados. Estes procedimentos regulamentam a alimentação do rebanho, instalações e manejo, escolha de animais, sanidade e até o processamento e empacotamento do produto (SOARES et al., 2006).

A produção animal sob sistema orgânico certificado ainda é pouco difundida no País, mas já existem criações de cabras e vacas leiteiras, produção de bovinos de corte, bem como a produção de suínos, frangos, ovos e mel, embora em pequena escala, sendo a maioria comercializada na venda direta ao consumidor, ou nos canais tradicionais (abatedores, matadouros e frigoríficos), sem a qualificação (selo, prêmio) orgânica (FONSECA, 2000).

As mudanças no nível de produtividade e na genética dos animais preconizadas na revolução verde também foram enormes, contribuindo para o aparecimento de muitas doenças que implicam no uso intensivo de medicamentos e condições artificiais de criação, tornando os animais verdadeiras máquinas de produção. Sofrem primeiro os animais, depois o homem por estar sendo impelido a consumir alimentos de qualidade duvidosa quanto à função de gerar/manter a saúde humana. Os problemas de ordem de segurança alimentar, como o mal da

vaca louca, invocam a importância do uso da rastreabilidade como forma de garantir uma qualidade superior ao consumidor (FONSECA, 2000).

No caso dos genótipos dos animais, a legislação recomenda o uso de genótipos adaptados, isto é, com menores exigências nutricionais para evitar as doenças carenciais; mais rústicos, capazes de produzir satisfatoriamente em condições naturais de criação, sem o uso preventivo de antibióticos, promotores de crescimento, implantes hormonais (SOARES et al., 2006).

As condições de manejo dos animais em sistemas orgânicos de produção de carne, leite e ovos devem promover o bem-estar, reduzindo a concentração de animais e dos dejetos e permitir a obtenção de produtos livres de resíduos sintéticos e de qualidade comprovada para a segurança alimentar da população (SOARES et al., 2006).

Os maiores problemas referem-se à produção de forragem e grãos para a alimentação animal face ao pequeno tamanho das propriedades, à escassez de ações orgânicas para suplementar na seca, à baixa fertilidade do solo nas áreas de pastagens, ao pouco uso da prática da adubação verde e ao clima desfavorável em determinada época do ano, em certas regiões que limitam as produtividades de sistemas orgânicos de origem animal, muito comum a quaisquer pequenos sistemas agropecuários convencionais intensivos. A tentativa de produção de cereais orgânicos (milho, soja, trigo) para usar nas rações animais torna-se inviável ou não competitiva na medida que ao serem certificados esses cereais alcançarão preços elevados no mercado internacional (SOARES et al., 2006).

Por outro lado, existe uma série de alimentos alternativos, não convencionais com características orgânicas que podem ser produzidos nas propriedades rurais orgânicas com objetivo de diversificação /rotação de culturas, fixação de nitrogênio, gestão do nitrogênio e do carbono, melhoria da estrutura do solo, e serem combinados para produção de rações de monogástricos e de ruminantes (SOARES et al., 2006).

2.2 Guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.)

As regiões de clima tropical possuem alto potencial de produção de forragens. No entanto, a produtividade animal nestas regiões é baixa se comparada à de regiões temperadas, pois as plantas tropicais produzem grande quantidade de matéria seca de baixo valor nutritivo. Como a fonte de proteína para a alimentação animal é um dos fatores mais limitantes da produção, torna-se indispensável o estudo da utilização de forrageiras tropicais ricas em proteína e de menor custo (BRODERICK, 1985). Neste contexto se insere o guandu.

O guandu (*Cajanus cajan*) é uma espécie leguminosa semi-perene, de porte arbustivo que pode alcançar de 3,0 a 4,0 m de altura, possui sistema radicular vigoroso e uma grande produção de massa verde. Adaptado ao clima tropical é exigente em temperaturas elevadas, sendo tipicamente uma planta de fotoperíodo longo, possuindo resistência elevada a seca, embora tolere temperaturas baixas, não resiste à geada. É uma planta rústica que pode vegetar em solos pobres, não tolera solos úmidos, preferindo solos profundos e bem drenados (DINIZ, 2007).

Esta leguminosa de origem africana, desenvolve-se em uma ampla faixa de precipitações, que vai de 500 mm a 1500 mm/ano. Embora aceite pH de 5,0 a 8,0, apresenta melhor desempenho em solos aproximadamente neutros. Nestes solos, produz até 14 Mg ha⁻¹ de matéria seca por ano, com um conteúdo de 2000 kg de proteína bruta. O guandu está associado a bactérias que formam nódulos em suas raízes. Estas bactérias (*Rhizobium*) são capazes de fixar nitrogênio atmosférico que são indispensáveis para a formação das proteínas, cujo teor é elevado no guandu, situando-se em torno de 14 a 20 % (SEIFFERT & THIAGO, 1983; VALADARES FILHO & CAMPOS, 2000).

A época de plantio mais indicada é o início do período chuvoso (outubro/novembro). Para formação de bancos de proteína, o espaçamento pode ser de 2 a 3m entre linhas, com 6 a 8 sementes/metro linear, o que corresponde a um gasto de 4 a 5 kg/ha de sementes. Em plantios densos destinados a cortes, pode-se utilizar espaçamento de 1,0 a 1,5m entre linhas, e 6 a 8 sementes/metro linear, utiliza-se 10 a 15 kg/ha de sementes (COSTA et al., 2001).

Esta espécie possui utilidades bastante diversificadas. De acordo com Souza et al. (2007), plantas de guandu podem ser empregadas como adubo verde, tanto em rotação quanto em associação com outras culturas (inclusive com gramíneas em pastagens), como cultura intercalar com outras culturas perenes, na alimentação animal (nas formas de banco de proteínas, de feno, de silagem, de pastejo direto e de grãos) e na alimentação humana (grãos secos ou verdes, e vagens). Há relatos de seu uso como lenha, como planta medicinal, como quebra-ventos, como sombra temporária e como planta supressora de plantas invasoras. O sucesso da utilização do guandu como adubo verde, em rotação ou em associação com outras culturas, é devido à sua capacidade de aumentar o teor de matéria orgânica no solo, de fixar simbioticamente nitrogênio atmosférico e de quebrar o ciclo de pragas e de doenças. Além disso, a capacidade do seu vigoroso sistema radicular de penetrar camadas subsuperficiais adensadas do solo permite a sua utilização como biodescompactador.

Alvarenga (2003), trabalhando com diversas espécies de adubos verdes e testando suas potencialidades para a conservação de solos, concluiu ser o guandu, dentre as leguminosas, a espécie de maior potencial para penetração de raízes no solo, maior produção de matéria seca e maior quantidade de nutrientes imobilizados. Produzindo mais de 5 Mg MS ha⁻¹, apresentando a relação C/N igual a 21.

Moreira et al. (2003), estudando produção de biomassa e densidade de plantio de guandu, concluíram que, em relação à produtividade, tanto de matéria fresca como seca, não foram afetadas pelo adensamento, em função da redução da distância entre sulcos e aumento da densidade de plantas na linha de plantio. Portanto, a redução da produção de biomassa dos órgãos que determinam o desempenho individual das plantas à medida que se aumenta a densidade populacional é compensada pelo aumento no número de indivíduos por unidade de área, o que acarreta produtividade idêntica, quando se compara populações com duas ou doze plantas.m.linear⁻¹. Em relação à produtividade de parte aérea fresca e seca, os valores médios, alcançados, foram de aproximadamente, 20 e 8 Mg ha⁻¹, respectivamente. Gonçalves Júnior (2013), constatou que esta leguminosa acumulou 14,76 Mg ha⁻¹ de MS, na parte aérea e serrapilheira.

Em relação à acumulação total de N na parte aérea, Moreira et al. (2003), obtiveram valores médios de aproximadamente 209 kg ha⁻¹. Em relação à quantificação da fixação biológica de nitrogênio (FBN) atmosférico, detectou-se que 59% de N presente na parte aérea do guandu foi derivada deste processo, independente da densidade populacional avaliada. Desta forma, a competição decorrente do adensamento não afetou a proporção de N nas plantas derivado da FBN, o que acarretou, em valores médios, 124 kg ha⁻¹ de N ingressando no sistema a partir do ar, indicando assim, o grande potencial desta espécie em suprir N para desenvolvimento de culturas econômicas, independentemente da disponibilidade deste nutriente no solo.

Outra vantagem da utilização dessa leguminosa, é citada por Seiffert & Thiago (1983), pois como o guandu além de produzir forragem, ainda deixa uma grande número de folhas mortas sobre o solo (2,5 Mg MS ha⁻¹ com 1,5% de N), isto equivale a uma adubação anual de 37,5 kg de N ha⁻¹, ou 187,5 kg de sulfato de amônia. Gonçalves Júnior (2013), verificou que a quantidade acumulada de MS de serrapilheira desta leguminosa chegou a 4,8 Mg ha⁻¹. Por esta razão, pode favorecer as culturas subsequentes.

A estacionalidade da produção e a redução da qualidade da forragem têm levado técnicos e produtores a buscarem plantas adequadas para a alimentação dos animais na estação

seca do ano. O guandu, por possuir sistema radicular profundo, consegue buscar água nas camadas mais profundas do solo, o que contribui para que produza satisfatoriamente durante a seca. Além disso, o guandu é uma leguminosa e, como tal, é capaz de fixar o nitrogênio atmosférico. A introdução de nitrogênio no sistema de produção, por meio de fixação biológica, contribui para tornar o sistema mais eficiente e mais sustentável (AZEVEDO et al., 2007).

Muito utilizado como forrageira, o guandu pode ser usado em consórcio com milho ou no sistema de plantio direto plantado no final do mês de janeiro e início de fevereiro, após a colheita da cultura de verão. Já em consórcio com o milho, pode ser plantado no meio da linha junto com o milho, ou até 15 dias após, colocando 8 a 12 sementes por metro linear (SILVA, 2009).

Segundo Araújo et al. (2004), os componentes da parte aérea (folha, caules finos e grossos) das plantas de guandu se dividem da seguinte maneira: folhas 46 %, caule fino (< 5 mm) 25,90 % e caule grosso (> 5 mm) 28,10%. Já a composição química bromatológica dos componentes da parte aérea se dividem da seguinte forma PB (proteína bruta): folhas 22,35 %, caule fino (< 5 mm) 12,34 % e caule grosso (> 5 mm) 06,59% e da parte aérea total de 15,33%. Fibra em detergente neutro (FDN): folhas 41,22 %, caule fino (< 5 mm) 69,74 % e caule grosso (> 5 mm) 82,92% e da parte aérea total de 60,32%. Extrato Etéreo (EE): folhas 7,96 %, caule fino (< 5 mm) 02,34 % e caule grosso (> 5 mm) 02,07% e da parte aérea total de 04,85%.

Como o guandu é uma leguminosa forrageira de elevado teor proteico, suas folhas e vagens apresentam boa digestibilidade, sua utilização pode melhorar a digestibilidade da dieta, possibilitando maior consumo de nutrientes digestíveis totais pelo animal e elevado o ganho de peso vivo. Desta forma, a utilização do guandu permite reduzir o fornecimento de alimento concentrado e diminuir o custo da alimentação, sem prejudicar o desempenho de novilhas. A complementação da dieta de novilhas leiteiras, com o pastejo de 3 horas por dia em guandu permitiu reduzir o custo da alimentação de 21 a 44 % (RODRIGUES et al., 2004).

Em Rondônia, as produções de matéria seca da fração utilizável como forragem (folhas, flores, frutos e ramos com diâmetro menor que 6,0 mm) estão em torno de 6 a 8 e 3 a 5 t/ha, respectivamente para os períodos chuvoso e seco. A forragem possui alto valor nutritivo para o gado de leite e/ou corte. As folhas e ramos finos apresentam teores de proteína bruta entre 16 e 20%, enquanto que a digestibilidade da matéria seca pode variar de 50 a 65%. Os ganhos de peso estão em torno de 500 a 800 g/animal/dia e entre 400 a 700 kg/ha/ano, respectivamente para os períodos chuvoso e seco (COSTA et al., 2001).

2.3 Conservação de Forragem: Silagem

No sistema de produção de carne e leite em confinamento, assim como na suplementação de pastagens durante períodos de escassez, a silagem é o principal volumoso utilizado (VIANA et al., 2002). A ensilagem é uma das formas mais comuns para a conservação de forragens. Este método é baseado na ação dos microrganismos anaeróbios (ausência de ar) sobre os carboidratos solúveis presentes nas plantas. Essas fermentações produzem ácidos orgânicos, principalmente o lático e, com menor expressão, o acético e o propiônico, que acidificam o meio e conservam o material ensilado. A silagem pode ser feita com vários tipos de forrageira, entre elas, o milho (*Zea Mays*) se destaca como a forragem mais utilizada no Brasil. Essa forrageira se destaca, por ser rica em carboidratos solúveis e, portanto, de fácil e rápida fermentação. Além dessa vantagem, produz silagem de maior conteúdo energético devido aos grãos presentes, armazenadores naturais de amido. Porém, apesar de tantas características favoráveis, o produto desta forrageira apresenta baixo teor de proteína, em torno de 7% (AUAD et al., 2010). O valor nutricional de uma silagem depende, fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo

fermentativo o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal (VILELA, 1985).

Deve-se levar em conta que qualquer sistema de conservação de forragem implicará em perdas de seu rendimento e qualidade quando comparada a planta verde, isso se deve pelas perdas relacionadas à queda de folhas, fermentações indesejáveis, contaminação por microrganismos e solo etc. (LÉDO et al., 2010).

O milho, devido à facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa, facilidade de fermentação no silo, bom valor energético e alto consumo pelos animais, é uma das gramíneas mais utilizadas para a confecção de silagem (OLIVEIRA, 2001). De acordo com Pereira et al. (2004), para a ensilagem do milho, não há a necessidade de aditivos para estimular a fermentação, desde que colhido com teores de matéria seca adequados.

O milho deve ser cortado para ensilar quando apresentar de 33 a 35% de matéria seca, ou seja, no ponto em que os grãos estiverem no chamado estágio farináceo, sendo o tempo disponível para a colheita de 12 a 15 dias, dependendo das condições de clima. Essa situação é geralmente alcançada depois de 100 a 110 dias de crescimento vegetativo, possibilitando a obtenção de maior produção de matéria seca por unidade de área. Trabalhos experimentais têm permitido concluir que neste ponto se obtém o melhor valor nutritivo da silagem e, como consequência, maior consumo voluntário de matéria seca pelo animal (AUAD et al., 2010).

Apesar da silagem de milho ser um recurso forrageiro com uma boa composição energética, o seu teor de proteína bruta dificilmente supera teores de 8,0%. Valente et al. (1984), estudaram duas variedades de milho e quatro de sorgo para produção de silagem e verificaram produções de 52,9 a 55,9 Mg ha⁻¹ de massa verde para os milhos e 53,4 a 77,8 Mg ha⁻¹ para os sorgos, estes, porém, apresentaram apenas 4,2% de proteína bruta na forragem.

Entretanto, as silagens de milho e sorgo, se utilizadas como único volumoso para bovinos em engorda ou para a produção de leite, deixam a desejar no que se refere ao suprimento das exigências nutricionais destes animais, principalmente em proteína (EVANGELISTA, 1986).

A opção das leguminosas na forma de silagem ainda é muito restrita no Brasil. As leguminosas, até recentemente, eram tidas como não indicadas para ensilagem por sua fermentação predominantemente realizada por clostrídios, levando a uma silagem com altos teores de ácido butírico e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Isso é atribuído a três fatores: o alto poder tampão, o baixo teor de carboidratos solúveis em água e, finalmente, o baixo teor de matéria seca (MARI & NUSSIO, 2005).

Nesse contexto, a consorciação é uma prática que permite associar em uma mesma área, o plantio de culturas diversas para aumentar o rendimento, enriquecer a vida biológica do solo e protegê-lo contra a erosão. Podendo também ser considerada como uma técnica agrícola de conservação que visa um melhor aproveitamento em longo prazo do solo, bem como o cultivo na qual se utiliza mais de uma espécie de planta na mesma área e no mesmo período de tempo (PEIXOTO et al., 2001).

O uso de leguminosas consorciada a gramíneas na ensilagem é, principalmente, para favorecer a elevação do teor de proteína bruta da silagem, que quando feita exclusivamente com gramínea apresenta, em média, valores de 4,0 a 7,0% (base na matéria seca), dependendo da forrageira empregada (GOBETTI et al., 2011).

Nesse sentido, há constante necessidade de complementar a proteína nas dietas animais. Como opção a este complemento dietético, normalmente há interesse em associar plantas forrageiras da família das leguminosas (soja perene, guandu, leucena e etc.) visando um aumento do teor de proteína das silagens. As leguminosas apresentam teores de proteína bem mais elevados que as gramíneas, porém apresentam menor produtividade e crescimento mais lento, o que acaba gerando uma produtividade global menor. A adição de sementes destas plantas durante a semeadura da cultura principal acaba gerando dificuldade na semeadura em

função da diversidade de tamanhos e formas destas sementes em relação ao milho e sorgo, especialmente com semeadoras de menor tecnologia. Também apresentam alto poder tampão, o que acaba reduzindo a velocidade de redução do pH da forragem ensilada, ou seja, a qualidade final da silagem pode não ser aumentada e produtividade total reduzida (DEMARCHI, 2018).

De acordo com Baxter et al. (1984), a adição de leguminosas é uma opção para aumentar o teor de proteína bruta (PB) da silagem, além de supri-la com maior quantidade de cálcio e fósforo. Uma característica das leguminosas é o baixo conteúdo de carboidratos solúveis e alto poder tampão promovido por aminoácidos residuais e pela presença de cátions, como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , que neutralizam os ácidos orgânicos formados pela fermentação, impedindo a queda do pH (LIMA, 1992). De acordo com Ruiz e Ruiz (1990), as silagens são classificadas como excelentes, quando apresentam pH menores que 4,6 para teores de MS variando de 26 a 35%.

Evangelista et al. (2005), estudando a composição bromatológica de silagem de sorgo aditivada com forragem de leucena, concluiu que a adição de até 40% de forragem de leucena é uma alternativa viável para a melhoria da composição bromatológica da silagem de sorgo. A adição da leguminosa elevou o teor de nitrogênio amoniacal da silagem e tendeu a elevar o pH, porém, dentro de limites aceitáveis, indicando boa fermentação.

Tayarol Martin et al. (1983) constataram aumento no teor de PB da silagem, na ordem de 47%, com o acréscimo de 40% de forragem verde de soja ao milho; o pH apresentou um pequeno aumento, não significativo, com o incremento da quantidade de soja, não se observando diferenças relevantes nos teores de ácido láctico, nitrogênio amoniacal e na digestibilidade *in vitro* da MS. Conforme Evangelista (1986b), a qualidade e o valor nutritivo da silagem mista (milho-soja), quando se usa soja nas proporções de 30 a 40%, em relação ao peso da forragem verde, são melhorados. Segundo esse autor, as silagens de milho ou sorgo puras apresentaram em média 6,5 a 7,0% de PB na MS, enquanto que nas silagens mistas com plantas de soja o teor de PB na MS foi elevado para 8,5 a 9,0%.

Usando a adição progressiva de forragem de soja à silagem de milho, Evangelista et al. (1988) concluíram que a associação de 70% de soja com o milho foi o nível que proporcionou o maior consumo de MS e PB e o melhor balanço de nitrogênio em ovinos. Em vacas leiteiras, a silagem de milho com soja provocou aumento do consumo de MS de 9,73 para 11,94 kg/vaca/dia, e aumento na produção de leite, de 9,1 para 10,5 kg/vaca/dia quando comparada com a silagem de milho puro, não afetando o teor de gordura do leite (ZAGO et al., 1984). Em novilhos zebuínos em confinamento, alimentados com silagem de milho consorciado com soja, o ganho de peso vivo médio diário foi influenciado pela consorciação, aumentando, em média, 112% em decorrência da mesma (ZAGO et al., 1985).

Além da soja, uma nova opção que surge para ensilagem com milho e sorgo é a leucena, em decorrência de suas qualidades nutricionais e tolerância à seca. Segundo Sá (1997), no Norte do Paraná, a leucena produziu, anualmente, 15 t de MS consumível (folhas mais hastes finas), sendo 70% desse total no verão e 30% no inverno, sendo considerada uma fonte adequada de PB (25% na fração folha e 17% na fração folha mais hastes com até 0,5 cm de diâmetro) para bovinos. O mesmo autor evidenciou, que o excesso de forragem produzida no verão, no Norte do Paraná, pode ser aproveitado da seguinte maneira: incluindo a forragem de leucena na silagem de milho; secando e produzindo farinha de folhas (25% PB).

Para que a silagem de milho ou sorgo apresente um bom equilíbrio proteína-energia, tem sido recomendado, pela EMBRAPA-CNPC (Sobral-CE), a adição de forragem de leucena na silagem (LEITE, 2003). Conforme Magalhães et al. (2003), a adição de 20 e 40% de forragem de leucena aumentou, significativamente ($P < 0,05$), os teores de PB da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de 4,0% para 6,5 e 7,6%, respectivamente, representando incrementos de 62 e 88%. Esses resultados foram associados à substituição do capim-elefante com 4,3% de PB pela leucena com 16,1%.

3 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é gerar bases técnicas para a obtenção de forragem (*in natura* e ensilada) com alto valor proteico para alimentação animal, em sistemas orgânicos de produção.

3.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a produtividade de biomassa do cultivo consorciado de milho e guandu em diferentes intervalos de semeadura da leguminosa em relação à gramínea, em sistema orgânico;
- Avaliar a composição bromatológica e os teores de NDT (Nutrientes Digestíveis Totais) de forragem (*in natura* ou silagem) produzida a partir do cultivo consorciado de milho e guandu em diferentes intervalos de semeadura da leguminosa em relação à gramínea, em sistema orgânico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido durante período compreendido entre outubro de 2016 e março de 2017, sob condições de campo, em solo classificado como Planossolo (EMBRAPA, 1999), em área da Fazendinha Agroecológica Km 47, localizada em Seropédica, Baixada Fluminense – RJ. Este espaço destinado à pesquisa, ao ensino e à socialização de conhecimentos relacionados à produção orgânica, foi criado em 1993 por meio de um convênio entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a Embrapa Agrobiologia e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio) (ALMEIDA et al., 2003). Possui uma área de aproximadamente 70 ha, apresentando localização geográfica com latitude 22° 45' S e longitude 43° 41' W, com uma altitude de 33 m.

O relevo local é levemente ondulado e o clima da região é quente e úmido, com inverno pouco pronunciado, incluindo-se na classificação de Köppen como do tipo Aw, apresentando chuvas concentradas entre os meses de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5°C (CARVALHO et al., 2006). Os dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar do Município de Seropédica/RJ, durante a condução do experimento, encontram-se na Figura 1.

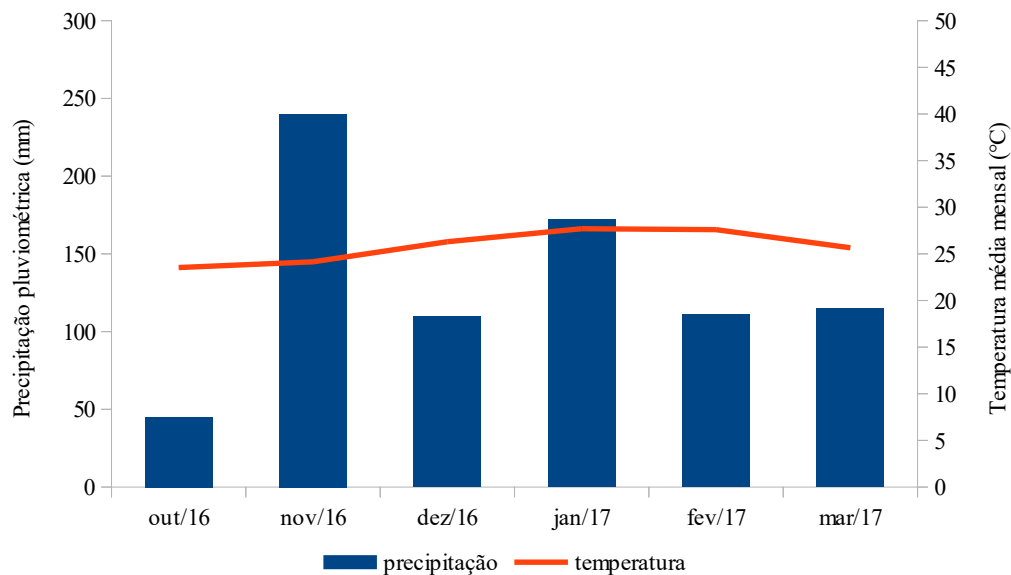


Figura 1. Variação mensal da taxa de precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar (outubro de 2016 a março de 2017), durante a condução do experimento. (Fonte: INMET Estação Automática de Seropédica / RJ, Km 47).

Na área do experimento foram retiradas amostras de solo na camada de 0,00 a 0,20 m de profundidade, para análise química de rotina (NOGUEIRA & SOUSA, 2005) e granulométrica (EMBRAPA, 1997). Com os seguintes resultados: pH (H₂O) de 6,27; 09 dag/kg de MO; 21,9 mg dm⁻³ de P; 0,1 Cmol_c dm⁻³ de Al; 1,6 Cmol_c dm⁻³ de H+Al; 49 mg dm⁻³ de K; 4,7 Cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,4 Cmol_c dm⁻³ de Mg; 6,2 Cmol_c dm⁻³ de SB; 6,3 Cmol_c dm⁻³ de CTC; saturação por bases de 79,6%; 780 g kg⁻¹ de areia; 80 g kg⁻¹ de silte e 140 g kg⁻¹ de argila. Sendo

a textura classificada como franco-arenosa. O solo foi preparado com aração seguida de duas gradagens e abertura de sulcos, utilizando para tanto, trator agrícola, arado de discos, grade niveladora e sulcador.

A adubação de plantio foi realizada com 50 kg de P^2O^5 ha⁻¹ e 40 kg de K^2O ha⁻¹. (8 g de Sulfato de potássio, 25 g de fosfato de rocha e 12,5 g de torta de mamona m linear⁻¹ linear de sulco de acordo com o Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013). Não foi realizada adubação de plantio e de cobertura na cultura do guandu. Foi realizada adubação de cobertura no milho aos 35 dias após o plantio, utilizando-se 100 g de torta de mamona m linear⁻¹ de sulco. Durante a condução do experimento foram realizadas três capinas, e a irrigação se deu de acordo com as necessidades das culturas.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de milho (*Zea Mays* L., var. Eldorado) e guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp, cv. BRS Mandarin) semeados em monocultivo e consórcio de milho e guandu, sendo o guandu semeado aos 60, 45, 30, 15 e 00 dias antecedendo a semeadura do milho, além da semeadura simultânea destas espécies, feita no mesmo sulco de plantio. A semeadura nos consórcios foi realizada em sulcos intercalares espaçados de 0,50 m, o que representou uma população de milho equivalente à 60.000 plantas ha⁻¹ (06 plantas m linear⁻¹) e de guandu equivalente à 100.000 plantas ha⁻¹ (10 plantas m linear⁻¹), ao passo que, nos monocultivos as populações foram equivalentes a 120.000 plantas e 200.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, de milho e guandu. No tratamento em que as culturas foram plantadas simultaneamente no mesmo sulco de plantio, utilizou-se a mesma densidade de plantio dos monocultivos. O plantio do guandu em monocultivo foi realizado no dia 21/10/2016 e os demais tratamentos realizados a cada 15 dias até o plantio do milho que ocorreu no dia 16/12/2016.

O material proveniente da biomassa aérea das forragens foi colhido e ensilado no dia 26 de março de 2017 (100 dias após o plantio do milho), quando a divisão entre a parte aquosa e a parte mais sólida ("linha do leite"), estava entre 50 e 75% do grão. Neste ponto, a planta está com o teor de matéria seca entre 30% e 35%. O milho e o guandu foram picados em picadeira convencional de forragem, no tamanho entre 1 e 2 cm (Aquad *et al.*, 2010). O material original picado foi amostrado no momento da ensilagem, sendo as amostras colocadas em sacos de papel, pesadas e secadas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 65 °C por 72 horas, para a determinação do teor de matéria seca (MS), segundo metodologia da AOAC (1975). As amostras secas, após a pesagem, foram moídas, utilizando moinho de facas tipo Wiley (peneira de 1 mm) e estocadas em recipientes de polietileno para análises subsequentes.

O corte das forrageiras para ensilagem foi realizado a 0,2 m do nível do solo. Para a ensilagem, o material vegetal foi acondicionado em silos experimentais de tubo de poli vinil carbonato (PVC) com dimensões de 0,10 m de diâmetro e 0,50 m de comprimento, capacidade para 2,5 kg de silagem (equivalente à 600 kg m⁻³). A compactação do material picado, foi realizada com soquetes de madeira, e as extremidades vedadas com lona (200 micras) dupla face. A abertura dos "minissilos" ocorreu no dia 02/06/2017, aos 65 dias após a ensilagem. Na retirada do material ensilado, foram desprezados os 0,10 m das porções superior e inferior dos silos. Após esse procedimento, a silagem foi homogeneizada e retiradas amostras, sendo colocadas em sacos de papel e secadas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 65 °C por 72 horas, para a determinação do teor de matéria seca (MS), segundo metodologia da AOAC (1975). As amostras secas, após a pesagem, foram moídas, utilizando moinho de facas tipo Wiley (peneira de 1 mm) e estocadas em recipientes de polietileno para análises subsequentes.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: produtividade de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS). Teor de nitrogênio total (N) pelo método de digestão semi-macro Kjeldahl (ALVES et al., 1999), sendo determinada a quantidade acumulada de N na parte aérea. Teores de massa seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme métodos recomendados pela AOAC

(1975). Fibra em detergente neutro (FDN), segundo as técnicas descritas por Goering e Soest (1970) e nutrientes digestíveis totais (NDT), sendo estimados pela equação de Cappelle et al. (2001): $NDT = 83,79 - 0,417 FDN$ ($r^2 = 0,82$; $P < 0,01$). Além dos elementos Cálcio (Ca) e Fósforo (P) na biomassa das forragens, em procedimentos baseados em Nogueira & Souza (2005). Na forragem *in natura* e ensilada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, adotando-se o nível de probabilidade de 5%, por meio do aplicativo estatístico Sisvar versão 5.3.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico na Produção de Biomassa Aérea e Teor de Matéria Seca (MS) de Forragens.

A produtividade total de biomassa de parte aérea alcançou os maiores valores nos respectivos monocultivos de milho e de guandu, e no consórcio de ambas as espécies, quando a semeadura foi feita simultaneamente e nos mesmos sulcos de plantio (Tabela 1).

Do ponto de vista técnico as semeaduras no mesmo sulco e simultâneas facilitam as operações de manejo. Cabe ressaltar que neste tratamento foi utilizada a mesma densidade de plantio dos monocultivos, ou seja, uma população de milho equivalente à 120.000 plantas ha⁻¹ (06 plantas m linear⁻¹) e de guandu equivalente à 200.000 plantas ha⁻¹ (10 plantas m linear⁻¹). Por outro lado, pode-se observar que as semeaduras de guandu feitas aos 30 e 15 dias antecedendo ao milho, proporcionaram menores produtividades totais de biomassa. Contudo, a semeadura desta leguminosa aos 30 dias resultou na proporção de 58 e 42% de biomassa, respectivamente, guandu e milho, aos 15 dias a proporção foi de 56 e 44% de guandu e de milho, denotando o equilíbrio no rendimento de biomassa de ambas as espécies (Tabela 2).

Tabela 1. Produtividade de biomassa total de parte aérea verde de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Produtividade Biomassa forragem (Mg matéria fresca ha ⁻¹)
Milho (monocultivo)	47,50 A*
Guandu (monocultivo)	53,25 A
Milho + Guandu (60 dias)	36,27 B
Milho + Guandu (45 dias)	34,95 B
Milho + Guandu (30 dias)	27,20 C
Milho + Guandu (15 dias)	22,47 C
Milho + Guandu (0 dias)	36, 50 B
Milho e Guandu (mesma linha)	51,72 A
CV %	16

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Em relação à produtividade tendo como base a matéria seca, acompanhou o comportamento de matéria fresca de parte aérea, sendo os maiores valores alcançados nos respectivos monocultivos de milho e guandu, e no consórcio de ambas as espécies quando a semeadura foi feita simultaneamente e nos mesmos sulcos de plantio (Tabela 2). No consórcio em que o guandu foi semeado aos 60 e 45 dias antecedendo ao milho os rendimentos de produtividade de biomassa total foram menores, porém, maiores do que a semeadura feita aos 30 e 15 dias de antecedência.

Estes resultados divergem dos encontrados por Silva (2009), que avaliou o desempenho produtivo e a composição bromatológica de monocultivos e consorciações de sorgo e milho com guandu aos 120 dias após a semeadura em sistema convencional obtendo 7,06 Mg ha⁻¹ no

monocultivo de sorgo e 8,24 Mg ha⁻¹ no consórcio de sorgo + guandu (82 e 18%). E 7,25 Mg ha⁻¹ no monocultivo de milho e 9,69 Mg ha⁻¹ no consórcio de milho + guandu (77 e 23%).

Segundo Seiffert & Thiago (1983), além de produzir forragem, o guandu deixa um grande número de folhas mortas sobre o solo (2,5 Mg MS ha⁻¹ com 1,5% de N), isto equivale a uma adubação anual de 37,5 kg de N ha⁻¹, ou 187,5 kg de sulfato de amônia. Gonçalves Júnior (2013), verificou que a quantidade acumulada de MS de serrapilheira desta leguminosa chegou a 4,8 Mg ha⁻¹. Por esta razão, pode favorecer a cultura em consórcio. Torna-se interessante destacar que, embora não tenha sido quantificado, notou-se intensa queda de folhas (deiscência natural) durante o ciclo de crescimento do guandu, o que indica que a produção de biomassa desta leguminosa foi subestimada no presente trabalho.

Tabela 2. Produtividade de biomassa total de parte aérea seca e proporção de biomassa de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Proporção biomassa (%)		Produtividade (Mg ha ⁻¹) Biomassa seca forragem
	milho	guandu	
Milho (monocultivo)	100	00	19,71 A*
Guandu (monocultivo)	00	100	18,12 A
Milho + guandu (60 dias)	07	93	14,24 A
Milho + guandu (45 dias)	12	88	13,98 B
Milho + guandu (30 dias)	42	58	09,34 C
Milho + guandu (15 dias)	44	56	07,74 C
Milho + guandu (0 dias)	73	27	14,24 B
Milho e guandu (mesma linha)	72	28	17,71 A
CV %			15

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

A produção de biomassa seca de forragem, obtida no cultivo do milho em monocultivo (Tabela 2), foi de 19,71 Mg ha⁻¹. Cruz et al. (2000), avaliando a produtividade de 20 cultivares de milho para a produção de forragem, em sistema convencional, verificaram valores de produtividade de matéria seca variando de 14,56 a 22,87 Mg MS ha⁻¹.

O teor de matéria seca é considerado um dos mais importantes fatores que contribuem para a obtenção de uma boa silagem. Para a ensilagem de milho, não há necessidade de aditivos para estimular a fermentação, desde que colhido com teores de matéria seca adequados (PEREIRA et al., 2004). Não houve efeito significativo entre os tratamentos (Tabela 3), para a variável matéria seca (MS), tanto na forragem *in natura*, como na forragem ensilada. Os teores de matéria seca nas silagens mantiveram a mesma tendência dos valores observados na forragem *in natura*.

Tabela 3. Teor de matéria seca (MS) de forragem in natura e da silagem de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Matéria seca (MS)	
	<i>In natura</i>	Silagem
 %	
Milho (monocultivo)	37,10 A*	37,07 A
Guandu (monocultivo)	37,06 A	36,55 A
Milho + guandu (60 dias)	35,89 A	34,22 A
Milho + guandu (45 dias)	33,91 A	30,68 A
Milho + guandu (30 dias)	33,49 A	32,58 A
Milho + guandu (15 dias)	34,28 A	34,23 A
Milho + guandu (0 dias)	39,34 A	35,66 A
Milho e guandu (mesma linha)	35,90 A	35,37 A
CV %	9	9

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

A colheita do milho no estágio adequado de maturidade é importante para uma maior produção de silagem de alto valor nutritivo, obtida ao menor custo possível (FERREIRA, 1990). Nussio e Manzano (1999), recomendam cortar o milho em estágios mais avançados de maturidade, quando apresentar de 30 a 37% de matéria seca (MS). O corte do milho com a planta apresentando 24 a 28% de MS, resulta em menor produção de matéria seca e silagem de baixa qualidade, apresentando fermentação indesejável, alta umidade, baixo pH e baixo teor de grãos, apesar do alto nível de açúcares solúveis (NUSSIO E MANZANO, 1999). Forragem excessivamente úmida propicia condições favoráveis à fermentação butírica, favorecendo também a perda de nutrientes pela lixiviação e degradação de proteínas.

Por outro lado, forragem com teor de MS elevado dificulta a compactação e a expulsão do ar no processo de ensilagem (EVANGELISTA et al., 2005). Silagens com teor de matéria seca superior a 40% podem apresentar baixa qualidade nutricional, pois são mais susceptíveis a danos por aquecimento e aparecimento de fungos, uma vez que a remoção de oxigênio é dificultada, por não permitir compactação adequada (Van Soest, 1994).

O teor de matéria seca do milho na forragem *in natura* foi de 37,10% e a inclusão de forragem de leguminosa proveniente dos respectivos consórcios, não reduziu de forma significativa esse valor. Com exceção do consórcio onde a semeadura foi feita simultaneamente e em sulcos separados, onde o teor de matéria seca foi de 39,34%, todos os tratamentos apresentaram teores de matéria seca dentro da faixa de 30 a 37%, recomendada por Nussio e Manzano (1999).

Silva (2009), relata teor de matéria seca de 34,90 e 41,92% aos 90 e 120 dias, respectivamente, após a semeadura do milho e 35,24% aos 90 dias após a semeadura do consórcio milho e guandu, sendo a mistura composta por 90% da gramínea e 10% da leguminosa, e 41,06% aos 120 dias após a semeadura, do mesmo consórcio, sendo a mistura composta por 77 % de milho e 23 % de guandu.

Quando comparados à forragem *in natura*, os teores de MS das silagens apresentaram-se, em média, 3,7% inferiores, o que é normal, considerando as perdas ocorridas durante o processo de fermentação que, segundo Faria (1986), em condições normais, ocorre em média de 10%. Considerando-se esta variável, as perdas foram pequenas, indicando boas condições de conservação. Esses resultados estão de acordo com Pereira et al. (2004), que relataram perdas

médias de 2,8% de MS no processo de ensilagem, com a adição da leguminosa leucena na silagem de milho. Evangelista et al. (2005), observaram que os teores de MS das silagens de sorgo com a inclusão de leucena, foram em média 2,6% inferiores aos das forragens frescas.

5.2 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico, na Quantidade Total Acumulada, no Teor de Nitrogênio (N) e Proteína Bruta (PB) das Forragens.

Em relação à quantidade total de N acumulado na mistura de ambas as espécies, bem como nos respectivos monocultivos (Tabela 4), notou-se que os maiores valores foram detectados no monocultivo de guandu, e quando o guandu foi semeado aos 60 e 45 dias antecedendo à semeadura do milho, quando estes tratamentos foram comparados com os valores obtidos nos consórcios estabelecidos com as semeaduras de guandu aos 30 e 15 dias antecedendo ao milho.

Em adendo, pode-se inferir, a partir dos resultados referentes aos teores de N, que na biomassa de milho decorrente do monocultivo, bem como nos consórcios nos quais a semeadura destas espécies foi simultânea, independente se no mesmo sulco ou em sulcos de plantio intercalados, as quantidades acumuladas não diferiram entre si (Tabela 4).

Dentre os nutrientes essenciais, o nitrogênio (N) é o fator mais limitante do crescimento e produção da cultura do milho. Em solos de textura arenosa a média e em regiões com predominância de temperatura e umidade elevadas, essa limitação é ainda mais intensa em virtude das altas taxas de decomposição da matéria orgânica (ALEXANDER, 1977). Uma das alternativas propostas para amenizar esse problema é o uso de plantas de cobertura utilizadas como adubos verdes, como o guandu. E neste caso, uma planta com alto potencial para alimentação animal.

Em sistemas consorciados, parte deste N é aproveitada pela cultura principal por diversas vias de transferência. A transferência do N das fabáceas para o milho pode ocorrer abaixo e/ou acima da superfície do solo, de forma direta ou indireta, seja pela excreção de compostos nitrogenados; pela decomposição de raízes e nódulos; pela conexão por micorrizas das raízes da poácea com aquelas da fabácea; pela ação da fauna do solo sobre raízes e nódulos da fabácea; pela decomposição das folhas na superfície do solo; pela lixiviação de compostos nitrogenados do dossel e pelas perdas foliares de amônia, passível de absorção pela poácea (BARCELLOS et al., 2008).

Moreira et al. (2003), estudando arranjos populacionais de guandu, destaca que em relação a quantificação da fixação biológica de nitrogênio (FBN) atmosférico, detectou-se que 59% de N presente na parte aérea do guandu foi derivada deste processo, independente da densidade populacional avaliada. O que acarretou em valores médios de 124 kg ha⁻¹ de N ingressando no sistema a partir do ar, indicando assim o grande potencial dessa espécie em suprir N para culturas consorciadas, independentemente, da disponibilidade deste nutriente no solo. Esta característica é de fundamental importância, principalmente em se tratando de sistema orgânico de produção, já que as fontes deste nutriente são restritas. Estes mesmos autores, destacam que em valores médios, a acumulação total de N na parte aérea atingiu 209,71 kg ha⁻¹. Considerando que o monocultivo de guandu alcançou 388 kg ha⁻¹ de N, podemos inferir que de acordo com Moreira et al. (2003), 229 kg ha⁻¹ de N, foram derivados de FBN.

Diante destes resultados algumas considerações quanto às estratégias para o estabelecimento deste consórcio podem ser sugeridas considerando o ingresso de N na unidade produtiva por meio da adubação verde, é desejável que se alcance proporção equilibrada no que se refere às produções de biomassa de guandu e de milho, sendo indicada a semeadura desta leguminosa antecedendo em 30 dias o milho. Em adendo, uma estratégia que leve à obtenção de rendimento de guandu em torno de 5,00 Mg de biomassa seca de parte aérea poderá suprir,

hipoteticamente, de 100 a 120 kg de N ha⁻¹ (alcançada também com guandu e milho semeados simultaneamente nos mesmos sulcos de plantio) também é interessante e, neste caso, valoriza-se o papel importante do aporte de resíduos vegetais com alta relação C/N (maior tempo de permanência dos resíduos na superfície do solo), promovido pelo milho sem deprimir o ingresso de N derivado da atmosfera, por meio da fixação biológica deste elemento.

Em relação ao teor de proteína bruta (PB) das forragens *in natura* testadas (Tabela 4), observaram-se valores nos diferentes tratamentos acima de 7 %, limite mínimo para atender à exigência da microbiota ruminal (VAN SOEST, 1994), exceto no monocultivo do milho (6,76 %). Este valor é semelhante aos encontrados por vários autores. Normalmente esses valores variam 6 a 9%, com média ao redor de 7-7,5% (PIONNER,1993).

No monocultivo de guandu e nos diferentes consórcios que antecederam a semeadura do milho, foram detectados os maiores teores de PB. O valor de PB no monocultivo de guandu foi 82% maior do que no monocultivo de milho, e nos consórcios os teores superaram o monocultivo de 46 a 55%, respectivamente, nos intervalos de semeadura de 15 a 60 dias (Tabela 4). Pode-se inferir que consórcios em que a proporção de guandu foi inferior à 30 % na mistura com milho não foram observados aumentos nos teores de PB na forragem, quando comparados ao monocultivo do milho.

Tabela 4. Quantidade total acumulada, teor de Nitrogênio (N) e de proteína bruta (PB) na forragem *in natura* de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Forragem milho - guandu		
	Quantidade N (kg ha ⁻¹)Teor..... N (g kg ⁻¹)	PB (%)
Milho (monocultivo)	195,70 B*	10,8 B	06,76 B
Guandu (monocultivo)	388,29 A	19,7 A	12,31 A
Milho + guandu (60 dias)	235,45 B	16,8 A	10,48 A
Milho + guandu (45 dias)	228,07 B	16,3 A	10,19 A
Milho + guandu (30 dias)	146,68 C	16,2 A	10,16 A
Milho + guandu (15 dias)	133,51 C	15,8 A	09,87 A
Milho + guandu (0 dias)	187,19 B	13,1 B	08,19 B
Milho + guandu (mesma linha)	246,01 B	13,9 B	08,67 B
CV %	23	16	20

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Quanto à silagem, todos os tratamentos apresentaram teores de PB acima de 7% (Tabela 5). Ruiz e Ruiz (1990) relataram que, teores de PB inferiores à 7% prejudicam o consumo e a digestibilidade de nutrientes devido à deficiência de nitrogênio no rúmen, o que pode se agravar caso a proteína da silagem seja mineralizada para a forma de amônia.

Considerando o limite mínimo adequado o valor de 7%, todas as silagens avaliadas podem ser consideradas de boa qualidade no que diz respeito a este parâmetro. Neste sentido, os teores de PB avaliados variaram de 7,19 % no caso da silagem feita exclusivamente com o milho à de 13,36 % e 14,77 %, quando o guandu foi semeado aos 60 e 45 dias antecedendo ao milho, respectivamente. Pode-se então notar que os valores de PB nestes consórcios resultaram aumentos equivalentes à, respectivamente, 86 e 105%, em relação à silagem feita com o milho em monocultivo (Tabela 5). Este pode ser um ponto positivo para essas silagens, porque podem

promover maior economia na utilização de fontes proteicas na formulação de dietas para ruminantes. Paiva et al. (2013), relatam que o nível de 14% de PB na matéria seca da dieta, é o mais indicado para alimentação de vacas com produção média de 13 kg dia⁻¹ de leite.

Aumentos expressivos nos teores de PB foram encontrados por Pereira et al. (2004), quando à silagem de milho foi acrescida de 40% de forragem de leucena, equivalendo a um incremento percentual de 77, o que corresponde a um teor de PB de cerca de 14%. Pereira et al. (1998) reportaram teores de PB variando de 4,37% em silagem exclusiva de capim-elefante à 10,93% em silagem de capim-elefante com a inclusão de 40% de leucena. Carneiro e Rodriguez (1980) relataram aumento da ordem de 64% com a inclusão de 40% de soja na silagem de milho.

Efeitos positivos no teor de PB de silagens de milho e soja também foram caracterizados por Evangelista et al. (1983), Evangelista (1986), Zago et al. (1985), Gomide et al. (1987), Obeid et al. (1992a,b), Eichelberger et al. (1997) e Lempp et al. (2000). Obeid et al. (1992b) em um amplo trabalho consorciaram o milho às leguminosas soja, lablab, guandu, crotalária e mucuna-preta e concluíram que a presença destas espécies proporcionam aumento no teor proteico das silagens.

Deve-se destacar que o teor de PB da silagem exclusiva de guandu, foi menor do que nos consórcios estabelecidos aos 60 e 45 dias antecedendo a semeadura do milho (Tabela 5). De acordo com Andrade & Júnior (1991), isso pode ter ocorrido devido a degradação da PB à nitrogênio amoniacal, indicando que possivelmente a fermentação pode não ter sido favorável à conservação da silagem. A acidez é uma característica físico-química importante no processo de caracterização da qualidade das silagens, haja vista que as bactérias butíricas não toleram ambiente ácido. Neste sentido, quanto mais rapidamente o pH cair para valores próximos a 4,0, maior será a inibição, promovendo a conservação do material ensilado com menor perda decorrente de transformações na fração proteica (TAYROL MARTIN, 1997). Isto é corroborado pelo resultado de Quintino et al. (2013), que verificaram valor pH 5,02 em silagem exclusiva de guandu.

Apesar de no presente estudo não ter sido determinado o valor pH, pode-se reportar os resultados destacados por Quintino et al. (2013), em que a inclusão de guandu na silagem de milho, representada por quatro níveis (10%, 20%, 30% e 40% de guandu), o pH ficou dentro da faixa adequada. Segundo Ferreira (2001) e Muck & Shinnors (2001), silagens com fermentação adequada apresentam pH de 3,8 a 4,2. Em adendo, Andrade & Júnior (1991), relataram que valores pH em silagens de sorgo com a inclusão de 30 % a 60% de forragem de guandu encontram-se na faixa classificada como de boa qualidade. De acordo com Muck (1988), os teores ideais de matéria seca de silagens devem estar em torno de 30 a 35%, e associados a valores de pH inferiores a 5 para que não ocorram fermentações indesejadas pela presença de microrganismos, além de redução da quebra de proteínas na proteólise.

Tabela 5. Quantidade total acumulada, teor de Nitrogênio (N) e de proteína bruta (PB) na forragem ensilada de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Silagem milho - guandu		
	Quantidade N (kg ha ⁻¹)Teor..... N (g kg ⁻¹)	PB (%)
Milho (monocultivo)	209,11 B*	11,5 C	07,19 C
Guandu (monocultivo)	359,64 A	18,3 B	11,44 B
Guandu (60 dias) + milho	307,79 A	21,3 A	13,36 A
Guandu (45 dias) + milho	330,62 A	23,6 A	14,77 A
Guandu (30 dias) + milho	164,16 B	17,7 B	11,08 B
Guandu (15 dias) + milho	134,65 B	15,9 C	09,95 C
Guandu (0 dias) + milho	191,79 B	13,5 C	08,47 C
Guandu e milho (mesma linha)	244,16 B	13,8 C	08,61 C
CV %	23	13	13

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Andrade & Ferrari Júnior (1991), caracterizaram o valor nutritivo de silagens de sorgo sacarino e de guandu, e da mistura de ambas as espécies. Neste estudo, a adição de forragem de guandu ao sorgo foi baseada na massa fresca das espécies e os níveis utilizados corresponderam à 0, 30, 40, 50, 60 e 70 e 100% de forragem de guandu, pode-se destacar que a adição de forragem de guandu a de sorgo sacarino aumentou os teores de matéria seca, de PB e de fibra bruta das silagens. Em contrapartida, a ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT) caiu, embora a ingestão de matéria seca não tenha sido alterada com a adição de guandu. Estes autores, relataram sobre a necessidade de colher-se o guandu em estágio mais novo para diminuir a quantidade de material lenhoso refugado pelos animais. A silagem com 30, 40 e 50% de forragem de guandu proporcionou elevação nos teores de PB de, respectivamente, 10,14, 10,88 e de 12,44%, mostrando-se maiores do que o teor quantificado na silagem exclusiva de sorgo (7,42%). Esses autores verificaram que o teor de proteína bruta nas silagens aumentou até o nível de 90% de adição de forragem de guandu na ensilagem, caindo em seguida. Isto mostra que na silagem de guandu exclusiva deve ter ocorrido degradação de proteína bruta em nitrogênio amoniacal, mostrando que a fermentação não foi favorável à conservação desta silagem.

Silva (2009), estudando produtividade e composição bromatológica de monocultivos e consorciações de sorgo e milho com adubos verdes em diferentes épocas de corte, obteve 8,50 % no monocultivo de milho e 8,45 % no consórcio de milho + guandu de PB aos 120 dias após a semeadura, sendo a mistura do consórcio composta por 77 % de milho e 23 % de Guandu.

Evangelista et al. (2005), estudando a composição bromatológica de silagem de sorgo aditivada com leucena, destaca que o teor de PB da silagem foi elevado de 4,5% para 10,3% com a inclusão da maior quantidade de forragem de leucena, o que se explica pelo teor de PB mais elevado da leucena em relação ao sorgo. De acordo com estes autores, a adição de até 40% de forragem de leucena é uma alternativa viável para a melhoria da composição bromatológica da silagem de sorgo. A adição da leguminosa elevou o teor de nitrogênio amoniacal da silagem e tendeu a elevar o pH, porém, dentro de limites aceitáveis, indicando boa fermentação.

5.3 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico, Sobre a Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) das Forragens.

A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) representa a qualidade total da fibra na forragem e se relaciona com o consumo, corresponde às frações de celulose, hemicelulose e lignina. Quanto menor o nível de FDN, maior o consumo da matéria seca (CRUZ et al., 2000; SILVA et al., 2018). O NDT (Nutrientes digestíveis totais) é um dos modos mais empregados de expressão de energia para avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. Muitos componentes químicos são relacionados à concentração de energia disponível, sendo que os constituintes comumente avaliados são: proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro digestível (corrigida para cinzas e proteína) e carboidratos não fibrosos digestíveis (ROCHA JUNIOR et al., 2003).

Em relação à fibra em detergente neutro (FDN) das forragens, os menores valores na forragem fresca (*in natura*) foram detectados nos tratamentos em que guandu foi semeado em monocultivo, e no consórcio quando o guandu foi semeado aos 60 e 45 dias antecedendo ao milho (Tabela 6), isto acarretou em maiores valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) na forragem *in natura*, nestes mesmos tratamentos (Tabela 7). Os maiores valores de FDN na forragem *in natura*, foram quantificados nos tratamentos cujo o milho foi semeado em monocultivo e também no consórcio em que estas espécies foram semeadas simultaneamente em sulcos separados e simultaneamente nos mesmos sulcos de plantio, além do consórcio onde a leguminosa foi semeada com 15 dias de antecedência ao milho, neste tratamento a gramínea representou 44% da mistura (Tabela 2). Deve-se destacar que estes resultados estão relacionados à proporção de guandu na mistura (Tabela 2), notando-se que, quanto maior a proporção desta leguminosa na mistura, menor foram os teores de FDN e, conseqüentemente, maiores teores de NDT.

Os níveis de FDN variam conforme a espécie vegetal e o estágio vegetativo. Normalmente, os níveis de FDN nas leguminosas são mais baixos do que nas gramíneas. Dentro da mesma espécie vegetal, as plantas mais novas apresentam níveis de FDN mais baixos, o que é facilmente detectado com o maior consumo pelos animais (CRUZ, 1998).

Quando a silagem possui muita fibra, a passagem pelo trato digestivo é lenta, ocasionando baixa digestão e absorção dos nutrientes. Quando a silagem possui pouca fibra, a passagem pelo trato digestivo é rápida, provocando fermentações indesejáveis, alterando o metabolismo do animal (PIONEER 1993). Não foram observadas diferenças significativas na FDN e no NDT das forragens na forma de silagem (Tabelas 6 e 7).

A FDN da forragem *in natura* de milho em monocultivo foi de 41,9 % (Tabela 6), segundo os dados da literatura esses valores são muito variáveis. Porém, este resultado é semelhante ao obtido na XI Vitrine do Milho Silagem, onde foram avaliados quatorze híbridos comerciais e a média da FDN foi de 42,6% (FONSECA, 2018). Silva et al (2018), avaliando características bromatológicas de 24 híbridos de milho com aptidão para silagem, relatam que a FDN variou de 25,02 a 47,25%.

Apesar de não ter sido objetivo do trabalho, nota-se, de maneira geral, redução da FDN na forragem ensilada em relação à forragem *in natura* (Tabelas 6 e 7). Embora Nussio (1992), trabalhando com oito cultivares de milho, verificou que a análise da planta antes da ensilagem não diferiu significativamente do material ensilado.

O teor de FDN é o fator mais limitante no consumo de volumosos pelos animais, sendo que teores superiores a 55-60% na MS correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem (VAN SOEST, 1994). Segundo Cruz et al. (2001), valores de FDN nas silagens inferiores a 50% são mais desejáveis. Sendo assim, a concentração de FDN é o componente da forragem mais consistente associado ao consumo. Os valores encontrados estão abaixo dos

preconizados pelos autores, em todos os tratamentos, indicando que todas as forragens *in natura* ou silagens avaliadas, podem ser consideradas de boa qualidade no que diz respeito a este parâmetro. A redução nos teores de FDN das forragens (*in natura* ou silagem) pode contribuir para aumentar o consumo de matéria seca e conseqüentemente aumentar a produção de leite e carne.

Tabela 6. Fibra em detergente neutro (FDN) de forragem de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Fibra detergente neutro – FDN (% MS)	
	<i>In natura</i>	Silagem
Milho (monocultivo)	41,91 C*	33,24 A
Guandu (monocultivo)	27,43 A	31,73 A
Milho + guandu (60 dias)	29,66 A	27,51 A
Milho + guandu (45 dias)	25,87 A	29,08 A
Milho + guandu (30 dias)	34,08 B	29,02 A
Milho + guandu (15 dias)	36,77 C	29,85 A
Milho + guandu (0 dias)	40,47 C	32,99 A
Milho e guandu (mesma linha)	42,13 C	32,88 A
CV %	11	15

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram-se adequados para todos os tratamentos, tanto na forragem *in natura* como na forma de silagem, sendo todos com valores superiores a 65% (SILVA et al., 2018), porém não houve diferença significativa entre os tratamentos, na forragem ensilada. Com base nas características bromatológicas, Lima et al., (2015) relatam que silagens com NDT acima de 68% são consideradas de alta qualidade. Keplin (1992), ressaltou que uma silagem de boa qualidade, deve apresentar de 64 a 70% de NDT. Assim, os valores obtidos nos tratamentos (Tabela 7) estariam acima do preconizado por este autor. Desta forma, os resultados observados de NDT devem ser considerados indicativos de boa qualidade nutricional nesses materiais.

Tabela 7. Nutrientes digestíveis totais (NDT) de forragem de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Nutrientes digestíveis totais – NDT (% MS)	
	<i>In natura</i>	Silagem
Milho (monocultivo)	66,31 C*	69,93 A
Guandu(monocultivo)	72,35 A	70,55 A
Milho + guandu (60 dias)	71,42 A	72,31 A
Milho + guandu (45 dias)	73,00 A	71,66 A
Milho + guandu (30 dias)	69,57 B	71,61 A
Milho + guandu (15 dias)	68,45 C	71,34 A
Milho + guandu (0 dias)	66,91 C	70,03 A
Milho e guandu (mesma linha)	66,21 C	70,07 A
CV %	2	3

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Pereira et al. (2004), estudando a inclusão de forragem de leucena na qualidade da silagem de milho, observaram resposta linear para as variáveis FDN e FDA, em função do aumento nos níveis de inclusão da leguminosa na silagem de milho. Estes autores, verificaram que a adição de forragem de leucena promoveu decréscimos nos teores de FDN e FDA das silagens, possivelmente devido a maiores teores desses componentes observados na silagem de milho exclusivo, ou seja, 46,74 e 27,32%, respectivamente. A adição de 40% de leucena promoveu uma redução de 11,85% nos teores de FDN e de 10,10% nos teores de FDA das silagens. Estes autores, concluíram que a estratégia de inclusão de forragem de leucena até o nível de 40% melhora a qualidade das silagens de milho, principalmente em decorrência do aumento no teor de PB, da redução nos teores de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) do respectivo volumoso.

Evangelista et al. (2005), observaram que a adição de leucena promoveu resposta linear negativa nos teores de FDN e FDA das silagens, possivelmente, devido aos maiores teores destes componentes observados na silagem de sorgo exclusivo 56,4 e 34,6%, respectivamente.

Eichelberger et al. (1997) verificaram que a adição de 40% de forragem de soja ao milho promoveu a redução no teor de FDN de 65,37 % para 60,02% e a elevação no teor de FDA de 32,14% para 33,90%. A inclusão de soja até o nível de 40% causou redução nos teores de FDN de silagens de capim-elefante e não promoveu diferenças significativas nos teores de FDA (PEREIRA et al., 1998).

Por outro lado, Gomide et al. (1987) não observaram diferenças nos teores de FDN em silagens provenientes dos consórcios de soja com milho, com sorgo forrageiro e com sorgo granífero, quando a quantidade de soja adicionada representou proporções equivalentes à 10, 20, 30 e 40% da mistura.

Quanto à FDA e NDT, a inclusão de 10% de forragem de guandu pode proporcionar silagens com teores semelhantes à de milho puro. A inclusão de forragem verde de guandu até o nível de 20% é uma alternativa indicada para a melhoria do valor nutritivo da silagem de milho (Quintino et al., 2013).

Destaca-se que o guandu é uma leguminosa forrageira de elevado teor proteico e as folhas e as vagens apresentam boa digestibilidade (RODRIGUES et al., 2004). Desta forma, a sua utilização pode melhorar a digestibilidade da dieta, possibilitando maior consumo de nutrientes digestíveis pelo animal e elevando o ganho de peso vivo. Assim, a utilização do

guandu pode permitir que se reduza o fornecimento de alimentos concentrados e diminuir o custo da alimentação, sem prejudicar o desempenho, por exemplo, de novilhas leiteiras.

5.4 Influência do Intervalo de Semeadura de Guandu em Relação ao Milho em Cultivo Consorciado Submetido ao Manejo Orgânico, Sobre os Teores de Cálcio (Ca) e Fósforo (P) das Forragens.

Os elementos minerais são vitais para a maximização do desempenho da produção de leite. O cálcio (Ca) e o fósforo (P) estão entre os principais minerais exigidos na dieta de bovinos de leite. O Ca é o mais abundante no organismo (1-2%), enquanto o P é o segundo mineral mais abundante no animal. No leite observam-se teores e $1,25\text{g L}^{-1}$ de Ca e $0,92\text{g L}^{-1}$ de P (Andriguetto et al., 1990).

Em relação aos teores de Ca na matéria seca da forragem *in natura* de ambas as espécies, bem como nos respectivos monocultivos (Tabela 8), notou-se que os maiores valores foram detectados no monocultivo de guandu, e quando esta leguminosa foi semeada aos 60 e 45 dias antecedendo à semeadura do milho. Estes resultados se mostram relacionados ao aumento na proporção de guandu na biomassa total produzida nestes tratamentos (Tabela 2). Em adendo, pode-se observar, a partir dos resultados referentes aos teores de Ca, que na biomassa dos consórcios estabelecidos quando a semeadura de guandu foi feita aos 30 e 15 dias antecedendo ao milho, simultaneamente e quando o milho foi cultivado em monocultivo, os teores não diferiram entre si (Tabela 8).

Tabela 8. Teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) na forragem *in natura* de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Forragem milho - guandu	
	Teor nutriente	
	Ca	P
 g kg ⁻¹	
Milho (monocultivo)	1,92 B*	2,65 A
Guandu (monocultivo)	4,12 A	1,78 B
Milho + guandu (60 dias)	4,12 A	1,80 B
Milho + guandu (45 dias)	4,04 A	2,05 B
Milho + guandu (30 dias)	3,12 B	2,34 A
Milho + guandu (15 dias)	2,86 B	2,45 A
Milho + guandu (0 dias)	2,28 B	2,59 A
Milho e guandu (mesma linha)	2,45 B	2,57 A
CV %	24	17

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao P na matéria seca da forragem *in natura*, os maiores valores foram encontrados a partir do monocultivo milho, e nos cultivos consorciados nos quais a semeadura das espécies foi feita simultaneamente, independentemente se no mesmo sulco ou em sulcos de plantio intercalados, bem como nos consórcios em que a leguminosa foi semeada

aos 30 e 15 dias antes da gramínea (Tabela 8), diferentemente do observado com o teor de Ca, estes resultados foram relacionados à maior proporção de milho na mistura (Tabela 2).

Em relação ao teor de Ca presente na matéria seca da forragem ensilada de ambas as espécies, bem como nos respectivos monocultivos (Tabela 9), nota-se que o maior valor em relação aos demais tratamentos foi detectado no monocultivo de guandu, seguido pelos consórcios em que a leguminosa foi semeada aos 60 e 45 dias. Observa-se também que mesmo quando a semeadura foi feita aos 30 e 15 dias antecedendo ao milho os valores foram maiores do que no milho em monocultivo. Estes resultados mostraram-se em acordo com os valores relativos a proporção de guandu presente na silagem (Tabela 2).

Já em relação aos teores de P na matéria seca da forragem ensilada os maiores valores, foram detectados a partir do monocultivo de milho, bem como nos consórcios nos quais a semeadura destas espécies foi simultânea, independentemente se realizada no mesmo sulco ou em sulcos de plantio intercalados (Tabela 9). Notou-se que a silagem obtida estritamente com guandu apresentou teor de P que não diferiu da silagem gerada a partir dos consórcios em que esta leguminosa foi semeada aos 60, 45, 30 e 15 dias de antecedência ao milho.

Tabela 9. Teores de cálcio (Ca) e fósforo (P) na forragem ensilada de milho e guandu cultivados em sistema orgânico e consorciados, sendo a leguminosa semeada em intervalos temporais e de localização nos sulcos de plantio, nas condições da Baixada Fluminense.

Tratamento	Silagem milho - guandu	
	Teor nutriente	
	Ca	P
 g kg ⁻¹	
Milho (monocultivo)	1,68 D*	2,90 A
Guandu (monocultivo)	4,30 A	1,79 B
Milho + guandu (60 dias)	3,78 B	2,18 B
Milho + guandu (45 dias)	3,32 B	2,37 B
Milho + guandu (30 dias)	2,65 C	2,22 B
Milho + guandu (15 dias)	2,64 C	2,40 B
Milho + guandu (0 dias)	2,13 D	2,68 A
Milho e guandu (mesma linha)	2,49 C	2,75 A
CV %	17	17

*Médias seguidas pela mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

Moreira et al (2003), destacaram que, em valores médios, a acumulação total de P, K, Ca e Mg alcançaram na parte aérea de guandu, respectivamente 15, 55, 88 e 19 kg ha⁻¹, denotando que além do alto potencial de acumulação de N, esta leguminosa é capaz de acumular quantidades expressivas de K e Ca a partir da absorção eficiente destes nutrientes do solo. Isto se mostra relevante visto que além do alto teor de proteína bruta, a forragem com guandu (*in natura* ou como silagem) fornece maior quantidade de Ca do que o milho, tendo em vista que este é um dos principais minerais exigidos na dieta de bovinos de leite (Andriguetto et al., 1990).

Analisando-se conjuntamente os resultados alcançados frente aos objetivos propostos, pode-se destacar que a introdução em unidades orgânicas da leguminosa arbustiva guandu consorciada ao milho pode representar autonomia no ingresso de N, possibilitando a produção de mistura forrageira tanto para consumo *in natura*, quanto na forma de silagem, com qualidade e teor proteico com potencial para suprir as necessidades nutricionais de ruminantes em sistema

orgânico de produção, tendo em vista que nestes sistemas não é permitido o emprego de fontes sintéticas de N. Assim, estudos que busquem adequar, no tempo e no espaço, consórcios envolvendo principalmente espécies das famílias botânicas das gramíneas e das leguminosas, com vistas à recomendação aos agricultores orgânicos, podem promover melhorias nesses sistemas produtivos e contribuir para ampliar a sustentabilidade das unidades agrícolas orgânicas.

6 CONCLUSÃO

A produtividade e as características bromatológicas da forragem *in natura* e da silagem no consórcio de milho e guandu são influenciadas pelo intervalo de semeadura entre estas espécies.

A introdução de guandu em plantio consorciado ao milho é uma estratégia para a otimização conjunta de tratos fitotécnicos no cultivo da lavoura, da produção e das características bromatológicas da forragem *in natura* e da silagem da mistura dessas espécies para sistemas orgânicos, recomendando-se a semeadura desta leguminosa antecedendo em 45 dias o milho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M. Organic matter decomposition. In: Alexander, M. (Ed.) - *Introduction to soil microbiology*. J. Wiley, New York, p. 128-147. 1977.

ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M. Sistema Integrado de Produção Agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2003, 37 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 169).

ALMEIDA, J. C. C. Avaliação das características agrônômicas e das silagens de milho e sorgo cultivados em quatro densidades de semeadura. 2000. 82 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNASP Jaboticabal.

ANDRADE, J. B. de; JÚNIOR, E. F. Associação sorgo-guandu para produção de Silagem. B. industr. Anim., Nova Odessa, SP, 48 (2): 141-7, jul./dez. 1991.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. *Nutrição animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal*. 3.ed. São Paulo: Nobel. 1990. v.1.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; WOLFE, M. S. Biodiversity – a central concept in organic agriculture: Restraining pests and diseases. In: OSTERGAARD, T. V. (Ed.). *Fundamentals of organic agriculture*. Copenhagen: IFOAM, 1996. p. 91-112.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª ed. revista e ampliada, São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. 400 p.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. Informe Agropecuário, v. 22, p. 25-36, 2003.

ALVES, B. J. R.; BAÊTA, A. M.; ALVES, J. V. Protocolo da Embrapa Agrobiologia para análise de nitrogênio em adubos orgânicos, solo e tecidos. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 1999, 19 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 100).

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Washington, USDA, 1975. 1015 p.

ARAÚJO, F. P. de; MENEZES, E. A.; SANTOS, C. A. F. Recomendação de variedades de guandu forrageiro. Instrução Técnica da EMBRAPA Semi-árido. Petrolina: EMBRAPA, 2004 – 2º edição. 6 p.

AUAD, A. M. et. al. Manual de bovinocultura de leite. Brasília: LK Editota; Belo Horizonte: SENAR-AR/MG; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 608p.

AZEVEDO, R. L., RIBEIRO, G. T., AZEVEDO, C. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. Revista da Fapese, v.3, n. 2, p. 81-86, jul./dez. 2007.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L. & MARTHA JÚNIOR, G.B. 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*, vol. 37, n. esp., p. 51-67. 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008001300008>

- BAXTER, H. D.; MONTGOMERY, M. J.; OWEN, J. R. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. *Journal Dairy Science*, Syracuse, v. 67, n. 1, p. 88-96, 1984.
- BRODERICK, G.A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *Journal of Animal Science*, v.73, p.2760-2773, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produtos orgânicos: o olho do consumidor. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, Brasília, 2009, 32 p.
- BRASIL. Presidência da República. Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm. Acesso em agosto de 2018.
- CAPPELLE, E. R. et al. Estimativa do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 6, nov. dec. 2001.
- CARNEIRO, A. M.; RODRIGUES, N. M. Influência da leguminosa na qualidade da silagem de milho. *Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG*, Belo Horizonte, v. 32, n. 3, p. 415-420, 1980.
- CARVALHO, D. F. et al. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica - RJ, utilizando lisímetro de pesagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 14, n. 2, p. 108-116, 2006.
- CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose. Tradução de GUAZZELLI, M. J. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.
- CHARITY, R. B. Fruticultura Orgânica. *Agroecologia Hoje* Ano II, nº 9, junho/julho-Botucatu-SP: Agroecológica Eventos & Publicações, 2001. p 16-18.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. de A. Formação e manejo de pastagens de Guandu em Rondônia. *Recomendação Técnica N°23*, EMBRAPA-CPAF, Rondônia, 2001, 2p.
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. In: Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia – Viçosa, MG, novembro, 1998. p 93-114.
- CRUZ, J. C.; FERREIRA, J. J.; VIANA, A. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Avaliação de cultivares de milho para a produção de silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia, MG. Anais... Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD-ROM.
- CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001, p.11-37.
- DEMARCHI, J. J. A. de A. Produção de silagem através da mistura de diferentes plantas forrageiras. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-de-forragens/producao-de-silagem-atraves-da-mistura-de-diferentes-plantas-forrageiras-8214n.aspx>. Acessado em: 04 jan. 2018.
- DINIZ, L. Plantas de cobertura de solo no sistema de plantio direto, Parte II. 2007. (Artigos técnicos).

- EHLERS, E. Agricultura Sustentável: Origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.
- EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de forragem de soja e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 867-874, 1997.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Pesquisa do Solo. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- EVANGELISTA, A. R. et al. Efeito da associação milho-soja no valor nutritivo da silagem. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 50-59, 1983.
- EVANGELISTA, A. R. Silagem de milho ou sorgo com soja. Lavras: ESAL, 1986. 19 p. (ESAL. Boletim Técnico, 8).
- EVANGELISTA, A. R. et al. Níveis de associação de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com o milho para ensilar, valor nutritivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 1988. p. 192.
- EVANGELISTA, A. R., ABREU, J. G. de, AMARAL, P. N. C. do; PEREIRA, R. C; SALVADOR, F. M; LOPES, J; SOARES, L. Q. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar./abr., 2005.
- FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Pastagens: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 323-348.
- FERREIRA, J. J. Aspectos vegetativos da planta de milho e momento da colheita para ensilagem. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 47-49, 1990.
- FERREIRA, J.J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In. CRUZ, J.C. et al. (Eds.) Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.405-428.
- FONSECA, L. XI Vitrine do milho silagem. In: Informativo do leite, edição 343, ano XXVI, Viçosa MG, fevereiro de 2018.
- FONSECA, M. F. A. C. Cenário da produção e da comercialização dos alimentos orgânicos. Workshop sobre produção orgânica de leite, Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, 2000.
- FREIRE, L. R. et al. Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. Ed. Universidade Rural, 2013. 430p.
- GLIESSMAN, S.R. Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture. Boca Raton: Lewis Publishers, 2000. 357p.
- GOERING, H. K.; SOEST, P. J. van. Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

- GOBETTI, S. T. C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M. R.; OLIBONI, R. Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (Glicinimax) para ruminantes. *Ambiência*, v. 7, n. 3, 2011.
- GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; CRUZ, M. E. EVANGELISTA, A. R.; GARCIA, R.; OBEID, J. A. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja para produção de silagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 16, n.4, p. 308-3016, 1987.
- JÚNIOR, M. G. Avaliação Agronômica de leguminosas arbustivas usadas para adubação verde nas condições da Baixada Fluminense. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ.
- KEPLIN, L.A.S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. Encarte Técnico da Revista Batavo. CCLPL, Castro, Paraná. Ano I, n.8, p.16-19, 1992.
- LÉDO, F. J. S.; OLIVEIRA, P. P. A.; PEREIRA, A. V. Medicago sativa. In: FONCECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Eds). Plantas forrageiras. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010, p. 341-365.
- LEITE, E. R. Utilização de silagem na alimentação de caprinos e ovinos. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br>>. Acesso em: 20 mar. 2003.
- LEMPP, B.; MORAIS, M. G.; SOUZA, L. C. F. Produção de milho em cultivo exclusivo ou consorciado com soja e qualidade de suas silagens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 52, n. 3, p. 243-249, jun. 2000.
- LIMA, J. A. Qualidade e valor nutritivo da silagem mista de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e soja (*Glycine max* (L.) Merrill), com e sem adição de farelo de trigo. 1992. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.
- LIMA, R. O. de.; DIAS, F. S.; ZUFFO, L. T. Manejo e novos híbridos de milho para produção de milho para produção de silagem de qualidade em condições adversas. V Simpósio Nacional de Bovinocultura de Leite. Viçosa-MG. 2015. p. 175 – 184.
- MAGALHÃES, J. A. et al. Efeito da adição da leucena sobre os teores de proteína bruta e minerais na silagem de capim-elefante. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA-ZOOTEC, 13., 2003, Uberaba. Anais... Uberaba: FAZU, 2003. p. 382-386.
- MARI, L. J. & NUSSIO, L. G. O porquê da utilização tímida da silagem de leguminosas. Radar Técnico - Conservação de Forragens, MilkPoint, 2005. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/conservacao-de-forragens/o-porque-da-utilizacao-timida-da-silagem-de-leguminosas-22370n.aspx>>. Acessado em: 22/08/2018.
- MOREIRA, V. F.; PEREIRA, A. J.; GUERRA, J.G. M.; GUEDES, R. E.; COSTA, J. R. Produção de biomassa em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio. Comunicado técnico 57, Seropédica/RJ. 2003. 5p.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and other implications for management. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.2292-3002, 1988.
- MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. Proceedings... Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753-762. 2001.

- NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. Agricultura orgânica - uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Seropédica: EDUR, 2004. 98 p.
- NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.
- NUSSIO, L.G. Produção de Silagem de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO., 19. Porto Alegre, 1992. Conferências... Porto Alegre. SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS, EMBRAPA/CNPMS, 1992. p.155-175.
- NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 27-46.
- OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E. Silagem de milho (*Zea mays*, L.) consorciada com leguminosas na alimentação de novilhos de corte em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 21, p 39-44, 1992a.
- OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E. Silagem de milho (*Zea mays*, L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 21, n. 1, p 33-38, 1992b.
- OLIVEIRA, J. S. Avaliação de cultivares de milho para silagem: resultados preliminares do ano agrícola 2000/2001. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2001. 40 p. (Circular Técnica, 65).
- PAIVA, V.R.; LANA, R.P.; OLIVEIRA, A.S; LEÃO, M.I; TEIXEIRA, R.M.A. Teores proteicos em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, n.4, p.1183-1191, 2013.
- PEIXOTO, A. M., PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. A Planta forrageira no sistema de produção. In: 17º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Anais ... FEALQ, Piracicaba, 2001.
- PIONNER. Silagem de Milho. 2. ed. s.l., 1993. (Pionner. Informe Técnico, 6).
- PREREIRA, J. A. AZEVEDO, A. R.; de; ALVES, A. A.; PIMENTEL, J. C. M.; VELOSO JÚNIOR, R. R.; CASTRO, A. B. de. Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de leucena, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNI, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: ABZ, 1998. CD-ROM.
- 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 Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 4, p. 924-930, 2004.
- QUINTINO, A. da C.; ZIMMER, A. H.; COSTA, J. A. A. da; ALMEIDA, R. G. de; BUNGENSTAB, D. J. Silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 2. 2013, Londrina. [Resumos...]. Maringá: Nova Sthampa; Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2013. P. 1-3. SIMPAPASTO; Editado por: Marco A. A. de F. Barbosa, Ulysses Cecato, Sandra Galbeiro, Renan L. Miorim, Rafael M. Saad; Vinícius C. Brito, José R. S. Gonçalves.

- ROCHA JUNIOR, V. R.; VALARARES FILHO, S. C.; BORGES, A. M.; DETMANN, E.; MAGALHÃES, K. A.; VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; CECON, P. R. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das 23 equações propostas pelo NRC (2001). Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.32, n.2, p.480-490, 2003.
- RODRIGUES, A. de A.; SANTOS, P. M.; GODOY, R.; NUSSIO, C. M. B.; Utilização de guandu na alimentação de novilhas leiteiras. Circular técnica 34. São Carlos, SP. 2004, 8p.
- RUIZ, E. M.; RUIZ, A. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilagens. In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. Nutrición de ruminantes: guía metodológico de cooperación. San José, 1990. p. 179-218.
- SÁ, J. P. G. Leucena: utilização na alimentação animal. Londrina: IAPAR, 1997. 20 p. (IAPAR. Circular, 36).
- SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. de S. Guandu – Planta forrageira para a produção de proteína. Comunicado técnico 21, Campo Grande/MS. 1983. 4p.
- SILVA, P. C. G. Produtividade e composição bromatológica de monocultivos e consorciações de sorgo e milho com adubos verdes em diferentes épocas de corte. 2009. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE. Presidente Prudente – SP.
- SILVA, M. J.; BALBINO, L. C.; CARDOSO, D. A. B.; MIRANDA, L. M.; PIMENTEL, L. D. Características bromatológicas em híbridos de milho para produção de silagem no estado de Minas Gerais. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 2, p. 76-82, abr./jun. 2018.
- SOARES, J. P. G.; CAVALCANTE, A. C. R.; HOLANDA JUNIOR, E. V. Agroecologia e sistemas de produção orgânica para pequenos ruminantes. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 5., 2006, Campo Grande, MS. Palestras e resumos. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte; Embrapa Caprinos, 2006. Seção palestras. 40 f. 1 CD-ROM.
- SOUZA, F. H. D. de; FRIGERI, T.; MOREIRA, A. GODOY, R. Produção de sementes de guandu. Documentos 69, São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 68p.
- TAYAROL MARTIN, L. C. T. Bovinos: volumosos suplementares. São Paulo: Nobel, 1997. 143 p.
- TAYAROL MARTIN, L. C.; GARCIA, R.; SILVA, J. F. C. Efeito da associação milho-soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na qualidade da silagem. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 12, n. 3, p. 562-575, 1983.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, New York: Cornell University, 1994. 476p.
- VALADARES FILHO, S. C. V., SEBASTIÃO DE CAMPOS. Nutrição, Avaliação de Alimentos e Tabelas de Composição de Alimentos para Bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37. Viçosa, 2000, Anais... Viçosa: SBZ, 2000.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em... 29/07/2018.

VALENTE, T.O.; SILVA, T.F.C. & GOMIDE, T.A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays*) e de quatro variedades de sorgo, para silagem. 1. Produção e composição do material ensilado e das silagens. R Soe, bras. Zoot., Viçosa, MG, 13(1):67-73, 1984.

VIANA, A. C. et al. Avaliação da degradabilidade in situ da fibra em detergente neutro e fracionamento dos carboidratos de silagem de milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e girassol (*Helianthus Annus*). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis: ABMS, 2002. CD-ROM.

VILELA, D. Sistema de conservação de forragem. 1. Silagem. Coronel Pacheco: Embrapa – CNPGL, 1985. 42p. (Boletim de pesquisa, 11).

ZAGO, C. P.; CRUZ, M. E.; GOMIDE, J. A. Silagem de milho, silagem de milho com soja e feno de gramíneas na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBZ, 1984. p. 323.

ZAGO, C. P.; OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A. Desempenho de novilhos zebu alimentados com silagens consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja anual (*Glycine max* (L.) Merrill). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 14, n. 4, p. 510-514, 1985.

ZAGO, C. P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 169-217.